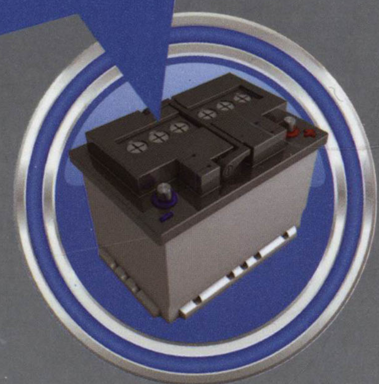
汽车电工入门必会技能200问



◎ 刘春晖 主编



精挑技能200个

菜鸟快速变高手

故障检测配案例

使用方法含技巧

维修禁忌有提示



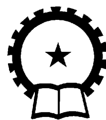
机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

VISIT…

LANZAROTE Caliente.COM

汽车电工入门必会技能200问

主编　刘春晖



机 械 工 业 出 版 社

《汽车电工入门必会技能200问》一书结合一线汽车维修电工工作实践，以汽车维修应知应会为核心，以解决实际问题为主线，以问答的形式详细解答了汽车电工在实际维修工作中经常遇到的典型技能操作与检测维修方面的问题，重点介绍了常见的汽车电气设备维修中相关的检测、诊断、维修及故障检修方法。全书内容包括常用汽车电工测量工具使用、蓄电池、交流发电机、起动系统、点火系统、照明与信号系统、仪表与报警装置、空调系统、辅助电器、汽车电气线路检测10个方面。书中内容涉及面广，基本涵盖了汽车维修电工工作的方方面面。

本书简明实用、通俗易懂、易学实用，内容均为汽车维修电工所必须掌握的维修技能和故障检测、诊断的基本技巧。

本书主要供汽车维修电工、汽车机电维修人员、汽车维修一线管理人员使用，也可供职业院校、技工学校汽车运用与维修、汽车检测与维修技术、汽车电子技术、汽车维修专业的师生学习和参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车电工入门必会技能200问/刘春晖主编. —北京：机械工业出版社，2013.11

ISBN 978-7-111-44105-2

Ⅰ.①汽…　Ⅱ.①刘…　Ⅲ.①汽车—电工—问题解答
Ⅳ.①U463.6-44

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第222129号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号　邮政编码100037)
策划编辑：连景岩　责任编辑：连景岩　孙　鹏
责任校对：刘　岚　封面设计：张　静
责任印制：乔　宇
北京铭成印刷有限公司印刷
2014年1月第1版第1次印刷
184mm×260mm·21印张·516千字
0001—3000册
标准书号：ISBN 978-7-111-44105-2
定价：49.80元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务	网络服务
社服务中心：(010)88361066	教材网：http://www.cmpedu.com
销售一部：(010)68326294	机工官网：http://www.cmpbook.com
销售二部：(010)88379649	机工官博：http://weibo.com/cmp1952
读者购书热线：(010)88379203	**封面无防伪标均为盗版**

前 言

随着电子技术的快速发展，电气设备在汽车上的应用越来越广泛，数量越来越多，同时电气设备的结构变得越来越复杂，新的技术不断被应用到汽车电气系统中，因此其故障变得更加隐蔽和难以排除。

本书作者结合多年的一线汽车维修电工工作经验和多年的汽车电气设备教学经验，以问答的形式将汽车维修电工的常用技能内容展现出来。本书密切结合汽车维修一线常规电气设备的维修实际，以使一线的汽车维修人员快速入门为切入点，将维修电工的入门操作技能精选了200个经典问题。这些问题全部来自一线的汽车维修实践操作及检测维修方面，有很强的指导意义，是汽车维修人员，特别是汽车机电维修人员初学入门难得的学习资料。

本书采用题头标注符号的方法，区分不同难度的内容，即△、▲、★、☆表示难度逐渐增加，分别为中级工、高级工、技师和高级技师应掌握的内容，没有标注符号的表示是修理人员必须掌握的基础内容。这样便于读者有选择性地阅读。

本书以汽车维修电工应知应会的知识为重点，联系实际操作过程中经常遇到的一些重点、难点问题，强化维修人员的实践操作及检测维修技能，同时兼顾了目前新型车辆所采用的新技术、新设备、新工艺、新方法和新维修理念，力求做到理论与实践相结合。本书从汽车使用与维修的角度出发，以问答的形式介绍了汽车电气系统的结构、使用、维修方面的内容，重在强化维修人员的维修操作技能。内容包括常用汽车电工测量工具使用、蓄电池、交流发电机、起动系统、点火系统、照明与信号系统、仪表与报警装置、空调系统、辅助电器、汽车电气线路检测10个方面。

本书由山东华宇职业技术学院刘春晖主编，参加编写工作的还有山东华宇职业技术学院王学军、张冰、李凤芹、黑会昌、苑立贝、张书华、王倩、张文、魏金铭、柳学军、刘宝君、黄现国、魏代礼。

本书在编写过程中参考了大量的汽车维修资料，在此向维修资料的作者及编者深表感谢！由于各种原因不能将广大作者及编者一一注明，在此表示深深的歉意。由于编者水平所限，书中难免有错误和不当之处，恳请广大读者批评指正。

目 录

前言
第一章 常用汽车电工测量工具使用技能……1
1-1 如何使用数字万用表进行各种电参数的测量? ……1
▲1-2 如何对二极管进行简易判别? ……2
★1-3 如何使用万用表进行晶体管的简易判别? ……4
☆1-4 大众车系专用故障诊断仪有哪些使用技巧? ……5
△1-5 使用汽车故障诊断仪应该具备哪些检测经验? ……11
☆1-6 如何排除故障诊断仪与控制单元无法通信的故障? ……15
★1-7 如何使用故障诊断仪诊断发动机不好起动故障? ……17
第二章 蓄电池维修技能 ……18
2-8 怎样防止行车中蓄电池的爆炸? ……18
2-9 如何正确识别蓄电池极柱的极性? ……19
2-10 如何对蓄电池进行正确的安装与拆卸? ……20
△2-11 如何对蓄电池进行充电作业? 蓄电池充电有哪些注意事项? ……22
△2-12 如何正确测量电解液的密度? ……23
△2-13 如何进行蓄电池电解液液面高度的检查? ……23
★2-14 汽车电系暗电流的常用检测方法有哪些? ……24
☆2-15 如何防止汽车电系产生“暗电流”? ……26
▲2-16 如何防范汽车电路的“虚电”? ……27
★2-17 如何进行蓄电池的电压、电流测试? ……27
☆2-18 如何正确认识蓄电池电流传感器? ……29
▲2-19 如何正确维护搭铁线? ……31
★2-20 如何诊断搭铁线的故障? ……33
★2-21 汽车电路搭铁不良具有哪些主要特征? ……35
☆2-22 如何排查汽车电路搭铁不良? ……36
△2-23 防止电路搭铁不良的措施有哪些? ……38
☆2-24 如何诊断线路间不正常的搭铁故障? ……39
▲2-25 电压降对汽车电器工作性能有哪些不良影响? ……42
☆2-26 如何检测线路的电压降? ……44
▲2-27 减小线路电压降有哪些措施? ……45
▲2-28 蓄电池亏电对汽车性能有哪些影响? ……46
★2-29 应采取哪些技术措施应对蓄电池亏电? ……48
△2-30 汽车上如何减少电磁波的干扰? ……49
△2-31 如何正确使用和维护蓄电池? ……52

▲2-32　如何对电控汽车蓄电池进行正确使用与维护？ …… 53
☆2-33　怎样检修奔驰轿车双蓄电池系统？ …… 56
第三章　交流发电机维修技能 …… 58
△3-34　如何检查交流发电机的转子？ …… 58
△3-35　如何检查交流发电机的定子？ …… 59
▲3-36　如何判断交流发电机整流二极管的极性？ …… 61
▲3-37　如何对交流发电机整流器进行外接安装修复？ …… 63
▲3-38　充电系统工作异常表现在哪些方面？ …… 63
★3-39　如何诊断马自达 6 轿车发电机不发电故障？ …… 65
△3-40　交流发电机调节器代用的一般原则是怎样的？ …… 67
△3-41　如何进行交流发电机的满磁测试？ …… 68
3-42　交流发电机的使用维护要点有哪些？ …… 70
△3-43　如何识别交流发电机的接线柱？ …… 71
△3-44　交流发电机维修后有哪些测试方法？ …… 73
☆3-45　如何对丰田轿车充电系统进行诊断与检测？ …… 74
☆3-46　如何对丰田 M 型电压调节器进行分析与检测？ …… 75
3-47　如何诊断迈腾 B7L 车起动后充电指示灯常亮的故障？ …… 77
☆3-48　如何排除奥迪 Q7 车发动机无法起动的故障？ …… 79
★3-49　如何排除现代 NF 御翔轿车大修后顶灯和仪表背景灯闪烁的故障？ …… 82
☆3-50　如何对别克 GL8 交流发电机控制系统进行电路分析？ …… 83
☆3-51　如何对 2003 款别克君威交流发电机控制系统进行电路分析？ …… 84
☆3-52　如何对 2009 款别克君威交流发电机控制系统进行电路分析？ …… 86
☆3-53　如何对 2007 款别克君越交流发电机控制系统进行电路分析？ …… 87
第四章　起动系统维修技能 …… 89
4-54　如何检修起动机的直流电动机部分？ …… 89
△4-55　如何检修起动机的电磁开关？ …… 91
△4-56　起动机部件检测完毕后如何进行正确的组装？ …… 92
△4-57　电磁开关的结构及识别窍门有哪些？ …… 97
△4-58　通过电磁开关的基本工作过程如何判断故障？ …… 98
▲4-59　如何对修复后的起动机进行简易试验？ …… 99
▲4-60　如何对修复后的起动机进行性能试验？ …… 101
▲4-61　如何进行起动机不能正常工作故障的原因分析？ …… 102
★4-62　起动机故障排除方法有哪些？ …… 103
△4-63　如何正确使用与维护起动机？ …… 104
★4-64　如何用螺钉旋具快速诊断起动系统故障？ …… 105
★4-65　如何诊断与排除迈腾车起动机的故障？ …… 106
▲4-66　如何诊断捷达车起动机不转的故障？ …… 108
★4-67　如何排除迈腾 1.8T 车起动机有时无法工作的故障？ …… 109
▲4-68　如何诊断别克君越有时起动机不运转的故障？ …… 112

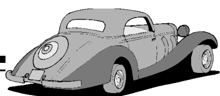
☆4-69 怎样检测奔驰 GL450 起动机没反应的故障? …… 115
△4-70 如何排除起动机电磁干扰导致不着车的故障? …… 118
★4-71 如何进行轿车起动系统的检修及故障诊断? …… 119
△4-72 蓄电池无电时如何应急起动车辆? …… 122
▲4-73 如何修理起动机的电刷? …… 124
▲4-74 如何保养与修理汽车起动机的铜套? …… 124
▲4-75 如何用高阻抗数字电压表检测起动电路电压降? …… 126
第五章 点火系统维修技能 …… 127
▲5-76 无分电器点火系统是怎样工作的? …… 127
★5-77 怎样进行无分电器点火系统的失火诊断? …… 131
5-78 如何排除别克陆尊不能进入点火模式故障? …… 132
▲5-79 调整火花塞电极间隙的注意事项有哪些? …… 135
5-80 如何通过火花塞的情况判断发动机的故障? …… 136
△5-81 影响电控发动机点火提前角的因素有哪些? …… 139
★5-82 如何检修别克发动机点火控制系统的故障? …… 139
★5-83 如何检测宝来 1.8T 轿车点火系统? …… 141
☆5-84 广本飞度智能双火花塞点火系统的结构是怎样的? …… 143
☆5-85 怎样对广本飞度智能双火花塞点火系统进行检修? …… 145
★5-86 丰田 2NZ-FE 型发动机点火系统的组成和结构是怎样的? …… 147
☆5-87 丰田 2NZ-FE 型发动机点火系统如何进行检测? …… 150
★5-88 如何进行 1.6L 卡罗拉轿车直接点火系统的故障诊断与排除? …… 151
第六章 照明与信号系统维修技能 …… 155
△6-89 如何排除 2010 款桑塔纳按喇叭仪表照明灯亮的故障? …… 155
★6-90 如何进行汽车喇叭电路的故障检测与排除? …… 156
▲6-91 如何检修现代汽车的电控前照灯? …… 159
☆6-92 如何进行前照灯照程自动调节系统的基本设定? …… 161
★6-93 如何排除别克陆尊自动前照灯常亮故障? …… 162
▲6-94 如何排除别克陆尊自动前照灯不能正常自动点亮故障? …… 163
☆6-95 如何排除雪佛兰景程前照灯不亮、仪表显示异常的故障? …… 164
☆6-96 如何排除三菱欧蓝德 EX 前照灯自动调平系统报警故障? …… 165
☆6-97 如何排除大众途锐照明距离调节装置警告灯点亮的故障? …… 167
★6-98 怎样诊断帕萨特领驭车仪表照明灯有时自动点亮故障? …… 168
△6-99 如何排除长安福特 S-MAX 自适应前照灯故障? …… 170
△6-100 怎样诊断东风日产新天籁车喇叭有时不响故障? …… 171
▲6-101 如何排除 2007 款君越车两后制动灯不亮故障? …… 172
6-102 如何排除途安车喇叭不响故障? …… 173
第七章 仪表、报警装置维修技能 …… 175
△7-103 电流表的故障检修及使用注意事项有哪些? …… 175
△7-104 如何排除电压表故障? …… 176

▲7-105 怎样检测桑塔纳轿车的机油压力报警系统? …… 177
7-106 如何排除桑塔纳2000GSi机油压力报警的故障? …… 178
▲7-107 如何检修奔驰300SEL机油压力报警灯亮的故障? …… 179
★7-108 如何诊断别克君威轿车仪表显示不正常的故障? …… 180
▲7-109 如何诊断别克凯越轿车组合仪表故障? …… 181
△7-110 如何诊断锐志车仪表板上档位指示不显示故障? …… 183
▲7-111 如何诊断江淮瑞风商务车仪表照明灯常亮的故障? …… 183
★7-112 上海大众朗逸轿车为何仪表背景灯不能熄灭? …… 185
△7-113 如何诊断别克凯越车冷却液温度表指针不动的故障? …… 187
☆7-114 如何诊断迈腾轿车仪表灯光警告灯点亮故障? …… 188
▲7-115 如何排除现代御翔车车速表不工作的故障? …… 192
★7-116 如何排除本田雅阁车车速表和里程表不工作的故障? …… 193
▲7-117 如何排除瑞风车车速里程表不工作的故障? …… 194
▲7-118 如何修复别克凯越车里程表显示异常? …… 195
△7-119 如何排除瑞鹰车车速里程表不工作的故障? …… 198
★7-120 如何诊断POLO劲取轿车仪表故障指示灯点亮故障? …… 198
▲7-121 怎样检修一汽奥迪A6L仪表板短路故障? …… 200
☆7-122 怎样诊断雪佛兰景程燃油表始终处于最低位置的故障? …… 201
★7-123 如何诊断2010款朗逸行驶中仪表报警灯偶尔闪烁的故障? …… 203
★7-124 怎样诊断别克新君威车组合仪表显示异常的故障? …… 205
★7-125 桑塔纳轿车冷却液温度报警灯亮故障如何排除? …… 206
7-126 电子式组合仪表的检修注意事项有哪些? …… 208
△7-127 不同类型电子组合仪表控制策略方面的差异有哪些? …… 209
☆7-128 更换电子组合仪表后需要进行哪些匹配操作? …… 209
第八章 空调系统维修技能 …… 211
8-129 如何排除别克轿车空调系统不制冷故障? …… 211
☆8-130 如何排除宝马745Li空调系统不制冷故障? …… 211
▲8-131 如何排除别克新世纪轿车冷却液温度过高故障? …… 213
8-132 如何利用三种简单方法判断空调系统的故障? …… 214
▲8-133 如何排除奥迪A6轿车空调系统制冷效果差故障? …… 215
☆8-134 如何排除奥迪A6L空调系统不制冷故障? …… 215
▲8-135 如何排除捷达轿车空调系统不工作故障? …… 216
△8-136 如何排除2010款途安空调系统不制热的故障? …… 218
▲8-137 如何排除奥德赛车空调系统间歇不制冷的故障? …… 219
△8-138 如何排除三菱戈蓝空调系统制冷效果差的故障? …… 220
★8-139 如何排除奥迪A8车接通空调系统后左前出风口吹出热风故障? …… 221
▲8-140 如何诊断新帕萨特空调系统偶尔不制冷故障? …… 221
★8-141 如何诊断帕萨特1.9L TDI柴油车空调系统不制热的故障? …… 223
★8-142 如何排除宝马X5空调系统工作不正常故障? …… 224

▲8-143 如何排除2009款别克君越空调系统不制冷故障? …… 225
★8-144 如何排除广州本田雅阁散热风扇长期运转故障? …… 227
★8-145 怎样诊断2011款日产新阳光轿车空调系统不制冷故障? …… 228
☆8-146 如何排除帕萨特B5轿车自动空调系统无反应故障? …… 231
▲8-147 如何排除途安汽车空调系统不制冷故障? …… 232
▲8-148 如何排除2006款捷达开空调时发动机熄火故障? …… 233
★8-149 如何排除2008款上海大众途安空调系统不制冷故障? …… 233
▲8-150 如何排除2003款帕萨特1.8T空调压缩机反复吸合故障? …… 234
▲8-151 如何排除2010款新宝来车空调系统有时不凉的故障? …… 234
★8-152 如何排除雪佛兰科鲁兹空调系统不制冷的故障? …… 235
▲8-153 如何诊断速腾车空调系统右侧温度风门失效的故障? …… 235
▲8-154 如何排除雪佛兰乐风(LOVA)空调系统不制冷的故障? …… 238
★8-155 如何排除奥迪A6车空调压缩机不工作的故障? …… 240
▲8-156 如何诊断大众甲壳虫车空调系统不工作的故障? …… 241
★8-157 如何诊断雅阁车空调系统不工作的故障? …… 241
第九章 辅助电器维修技能 …… 243
9-158 如何查找汽车刮水器和洗涤器电路故障? …… 243
★9-159 如何分析2003款别克君威刮水器和洗涤器控制电路? …… 245
☆9-160 如何分析2009款别克君威刮水器和洗涤器控制电路? …… 248
★9-161 如何检修别克凯越无雨量传感器的风窗刮水系统及洗涤系统? …… 249
▲9-162 如何检修别克凯越有雨量传感器的风窗刮水系统及洗涤系统? …… 253
▲9-163 如何分析日产天籁轿车电动刮水器系统? …… 255
★9-164 如何诊断速腾车刮水控制系统的故障? …… 259
▲9-165 如何排除福克斯车刮水器自动运转的故障? …… 262
▲9-166 如何排除新宝来车玻璃升降器和喇叭工作不正常的故障? …… 266
★9-167 上海别克防盗系统如何进行设定? …… 267
▲9-168 北京现代伊兰特车防盗控制系统的控制原理和使用方式是怎样的? …… 269
▲9-169 北京现代御翔车防盗控制系统的控制原理和使用方式是怎样的? …… 270
△9-170 帕萨特B5更换防盗系统后如何进行匹配? …… 271
9-171 汽车防盗器与原车中控锁控制线如何进行安装? …… 272
△9-172 维修中控门锁需要注意哪些问题? …… 274
△9-173 中控门锁异常开锁故障的排查要领是怎样的? …… 276
△9-174 中控门锁异常报警的常见原因有哪些? …… 277
▲9-175 别克林荫大道轿车防盗系统怎样进行控制? …… 278
△9-176 别克林荫大道防盗系统如何操作? …… 281
△9-177 如何对别克林荫大道防盗系统进行编程和故障诊断? …… 281
▲9-178 如何诊断上海别克轿车电动座椅的故障? …… 284
▲9-179 如何检测2009款雪佛兰科鲁兹电动车窗失效的故障? …… 287
△9-180 如何排除广州本田雅阁电动车窗不能升降的故障? …… 289

★9-181 怎样对日产颐达轿车电动车窗不动作进行修理？ …… 292
☆9-182 如何排除凯迪拉克 CTS 车电动车窗玻璃升降失灵故障？ …… 293
▲9-183 怎样诊断凯迪拉克 CTS 电动车窗故障？ …… 295
9-184 如何排除新宝来电动车窗用遥控器无法控制的故障？ …… 297
☆9-185 如何排除 2011 款北京现代索纳塔倒车后视镜无影像故障？ …… 300
▲9-186 如何排除宝马 318i 外后视镜失灵的故障？ …… 301
☆9-187 如何排除雪佛兰科鲁兹驻车辅助雷达故障？ …… 302
△9-188 如何排除别克林荫大道天窗无法工作的故障？ …… 304
★9-189 如何排除帕萨特领驭轿车天窗系统故障？ …… 306
▲9-190 如何排除北京现代伊兰特天窗不工作故障？ …… 308
第十章 汽车电气线路检测技能 …… 310
★10-191 如何通过电路原理图进行汽车故障分析？ …… 310
△10-192 非电因素引发汽车电系故障的原因有哪些？ …… 311
10-193 汽车电系使用与维护中的误区有哪些？ …… 312
★10-194 如何进行汽车线束故障的检测与判断？ …… 314
▲10-195 怎样维修破损、断裂的汽车线束？ …… 315
★10-196 如何巧用继电器控制原理快速诊断电器故障？ …… 316
10-197 如何巧用继电器控制原理快速诊断电器故障？ …… 317
▲10-198 如何诊断排除汽车线路电压降故障？ …… 318
▲10-199 怎样检修与防范汽车线束烧蚀？ …… 319
★10-200 汽车线束烧损的原因有哪些？ …… 321
参考文献 …… 323

第一章



常用汽车电工测量工具使用技能

1-1　如何使用数字万用表进行各种电参数的测量？

下面以 DY2201 数字万用表(图 1-1)为例说明数字万用表的测量方法。

1. 各种参数的测量

（1）直流电压(DCV)和交流电压(ACV)的测量　将电源开关置于 ON 位置，根据需要，若测直流电压，应将量程开关拨至 DCV(直流电压)范围内的合适量程；若测交流电压，应将量程开关拨至 ACV(交流电压)合适量程。**红表棒插入 V/Ω 孔，黑表棒插入 COM 孔，并将测试笔连接到测试电源或负载上，读数即显示测量值**。若被测电压超过所选档位量程，则显示器显示过量程“1”，此时应将档位改为高一档量程，直至显示正常的数值。在测量直流电压时，数字万用表能自动显示极性。在测量仪器仪表的交流电压时，应当用黑表棒去接触被测电压的低电位端(如信号发生器的公共端或机壳)，减小测量误差。

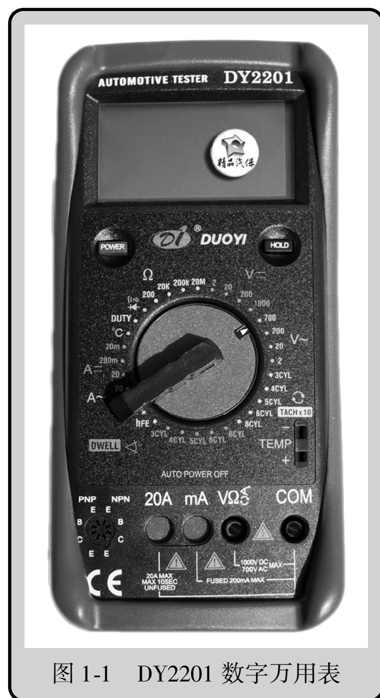


图 1-1　DY2201 数字万用表

（2）直流电流(DCA)和交流电流(ACA)的测量　将量程开关拨至 DCA(直流电流)或 ACA(交流电流)范围内的合适量程。**红表棒插入 mA 孔(≤200mA 时)或 10A 孔(>200mA 时)，黑表棒插入 COM 孔，并通过表棒将万用表串联在被测电路中即可。在测量直流电流时，数字万用表能自动显示极性。**

（3）电阻的测量　将量程开关拨至 Ω(OHM 欧姆)范围内的合适量程，红表棒插入 V/Ω 孔，黑表棒插入 COM 孔。如果被测电阻超出所选择量程的最大值，万用表将显示过量程“1”，这时应选择更高的量程。**对于大于 1MΩ 的电阻，要几秒钟后读数才能稳定，这是正常的。注意：当检查电路中的电阻时，应先切断被测线路的电源，并将所有电容放电。**

（4）二极管的测量　将量程开关拨至“⊳|”档，将黑表棒插入 COM 插孔，红表棒插入 V/Ω 插孔（注意红表棒极性为正）。**测量时，万用表将显示二极管的正向压降**。通常好的硅二极管正向压降显示值为 0.4 ~ 0.7V，好的锗二极管正向压降为 0.15 ~ 0.30V，若被测二极管是坏的，将显示“000”（短路）或“1”（开路）。进行反向检查时，如果被测二极管是好的，将显示过量程“1”；若损坏，就显示“000”或其他值。

注意： 数字万用表电阻档所能提供的测试电流很小。因此，对二极管、晶体管等非线性元件，通常不测正向电阻而测正向压降。一般锗管的正向压降为 0.15 ~ 0.3V，硅管为0.4 ~ 0.7V。

另外，该量程还可以利用蜂鸣器进行连续检查，如果所测电路的电阻在 30Ω 以下，表内的蜂鸣器有声响，表示电路导通。

注意： 在汽车电器及电子控制系统中测量同一导线两端间的通断时，不建议使用“⊳|”档位，因为只要是 30Ω 以下的电阻，蜂鸣器便会鸣响，使人误认为此导线导通良好。汽车电子控制系统中一般要求其导线的电阻小于 0.5Ω。为避免出现这样的情况，测量同一导线间的通断时，一般使用万用表的 200Ω 档，测量时能够直接显示出所测导线的电阻值。

（5）晶体管放大倍数 h_{FE} 的测量　将量程开关拨至 h_{FE} 档，根据被测晶体管的类型，将其插入 NPN 型或 PNP 型对应的插口中，这时显示器上将显示 h_{FE} 的近似值。

注意： 使用 h_{FE} 插口测量晶体管时，由于测试电压较低，向被测管提供的基极电流很小，集电极电流也很小，使被测管在低电压、小电流状态下工作，测出的 h_{FE} 仅供参考。

2. 数字万用表使用注意事项

① 如果预先无法估计被测电压或电流大小，则应先拨至**最高量程档测量**一次，再视情况逐渐把量程减小到合适位置。**测量完毕，应将量程开关拨到最高电压档，并关闭电源。**

② **测量电压时，应将数字万用表与被测电路并联**，数字万用表具有自动转换功能，测交流电压不必考虑正、负极性。但是，如果误用交流电压档去测量直流电压，或误用直流电压档去测量交流电压，将显示“000”，或在低位上出现跳数。**测试表棒插孔旁边⚠符号，表示输入电压或电流不应超过指示值，这是为了保护内部线路以免损坏。**

③ 严禁在测高电压(220V 以上)或大电流(0.5A 以上)时拨动量程开关，以防止产生电弧，烧毁开关触点。

④ 数字万用表本身具有自动调零功能，在使用时不需手工调零。

▲1-2　如何对二极管进行简易判别?

通常用指针式万用表电阻档通过测试二极管正、反向电阻来进行判断，常用二极管的外形如图 1-2 所示。

（1）好坏判别 把指针式万用表电阻档的量程拨到 R×100 或 R×1k 档，将两表棒分别正接或反接在被测二极管的两端，即可测得大小两个电阻值，如图 1-3 所示。其中大的是反向电阻，小的是正向电阻。



图 1-2 常用二极管的外形

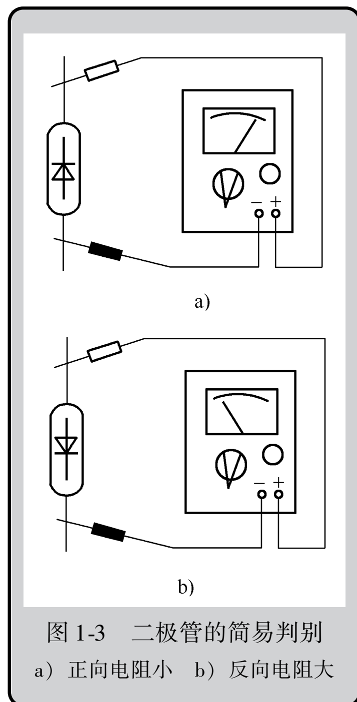


图 1-3 二极管的简易判别
a）正向电阻小 b）反向电阻大

提示：如果测得的电阻在几十到几百欧(汽车用整流二极管用 R×1 档测量时正向电阻为 10Ω 左右)，反向电阻在几百千欧以上，说明二极管是好的，而且正、反向阻值相差越大，说明二极管的单向导电特性越好；若测得正、反向电阻为无穷大，说明二极管内部断路；若测得正、反向电阻都很小或为零，说明二极管内部已短路。后两种情况说明二极管已坏，不能使用。

（2）极性判别 用指针式万用表测量二极管的正、反向电阻时，若**测得的电阻较小时，则黑表棒所接的一端是二极管的正极，红表棒所接的一端是二极管的负极**；反之，其测得的电阻较大时，则黑表棒所接的一端是二极管的负极，红表棒所接的一端是二极管的正极。这是因为**黑表棒与表内电池的正极相连，红表棒与表内电池的负极相连**。

用万用表测量二极管的正、反向电阻要注意以下两点：

1）用万用表不同的电阻档测试同一只二极管获得的阻值是不相同的，因为不同的档位，两表棒之间的端电压不同。

2）在测量小功率二极管时，不宜用电流较大的 R×1 档或电压较高的 R×10k 档，以免损坏二极管。

★1-3 如何使用万用表进行晶体管的简易判别？

（1）类型判别　晶体管管脚一般可根据外壳上的标记判别，也可根据晶体管的型号从手册中查得，常用各种型号晶体管的外形如图1-4所示。无论是NPN型还是PNP型晶体管，它们都包含有两个PN结。因此，可根据**PN结的正向电阻小，反向电阻大**的特点，用**万用表的电阻档(R×100或R×1k)**来判别。

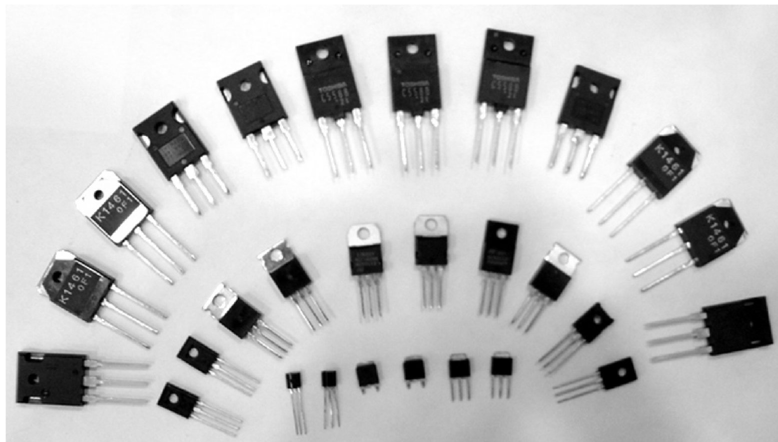


图1-4　常用各种型号晶体管的外形

测试时可任意**假设一个极是基极，将万用表任一表棒与假设的基极相接，另一表棒分别与其余两个电极依次相接，如图1-5所示。若测得的电阻都很大(或很小)，则将两表棒对调测量，若电阻都很小(或很大)**，则上述假设的基极是正确的；如果测得的电阻是一大一小，则假设的基极不对，可换一个管脚作为基极再测试，直到符合上面的正确结果为止。

基极确定后，用万用表的黑表棒接基极，红表棒分别和另外两个电极相接，若测得电阻都很小，则为NPN型管；反之，则为PNP型管。

（2）集电极和发射极的判断　基极确定之后，对于**NPN型管可将万用表两表棒任意接在其余两管脚上，并在基极与黑表棒之间接一只100kΩ的电阻或用手捏住黑表棒与基极，但不能直接接触，如图1-5b所示。然后观察电阻值**，之后再将两表棒对调，按上述方法重测一次，最后比较两次测得的电阻值，并以较小的一次为准，此时黑表棒所接的管脚是集电极，红表棒接的是发射极。

对于PNP型管，仍以电阻较小的一次为准，此时红表棒接的是集电极，黑表棒接的是发射极。

（3）好坏的粗略判别　根据晶体管内PN结的单向导电性，可以分别测量B、E极间和B、C极间PN结的正、反向电阻。如果**正、反向电阻相差较大，说明管子基本上是好的**；如果正、反向电阻都很大，说明管子内部有断路；如果正、反向电阻都很小或为零，说明管子极间短路或击穿。

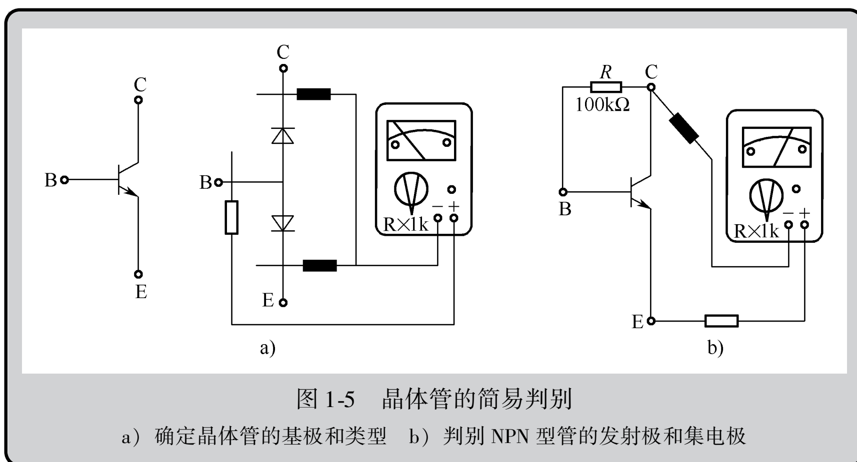


图 1-5　晶体管的简易判别

a）确定晶体管的基极和类型　b）判别 NPN 型管的发射极和集电极

☆1-4　大众车系专用故障诊断仪有哪些使用技巧?

1. 大众车系专用诊断仪的主要功能

VAS 505X(图 1-6)是大众、奥迪车系的专用汽车检测仪，在大众、奥迪车系电路检测，特别是汽车网络系统的故障诊断、检测和波形分析中发挥着不可替代的作用。

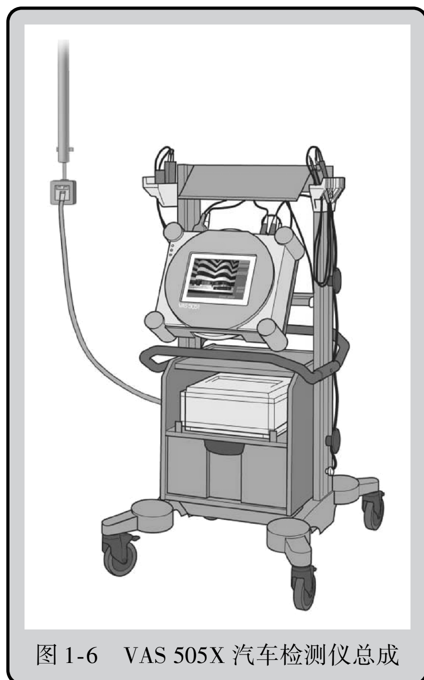


图 1-6　VAS 505X 汽车检测仪总成

VAS 505X 实际上是一个检测仪系列，按照其推出时间和功能上的差异，可以分为 VAS 5051 汽车检测仪(图 1-7)、VAS 5051B 汽车检测仪(图 1-8)、VAS 5052 汽车检测仪(图 1-9)和 VAS 5053 汽车检测仪(图 1-10)4 种，可以用于大众系列、奥迪系列等所有车型的诊断与检测。目前，采用 VAS 5053/20 或 VAS 5054A 无线诊断头，可以实现检测仪器与诊断汽车之间的无线连接，如图 1-11 所示。

VAS 505X 系列汽车检测仪通过 CAN 总线诊断接口与汽车进行通信(图 1-12)，实现汽车故障的诊断、检测和维修指导。

加装专用的以太网网卡(图 1-13)和相应软件之后，VAS 5051 还可以与国际互联网连接，实现远程遥控诊断(Tele-Diagnose)。

远程遥控诊断(图 1-14)是相对于传统的技术支持体系而言的。在传统的技术支持体系中，汽车维修服务站在遇到疑难杂症时，只能通过电话或传真与汽车制造商的售后技术服务支持人员进行交流和探讨。通过远程遥控诊断，能够让技术支持人员(可能远在欧洲)与汽车维修服务站的车间技工(可能在亚洲)同时观察 VAS 5051 显示屏上的显示信息，并进行相应操作，实现“远程专家会诊”。

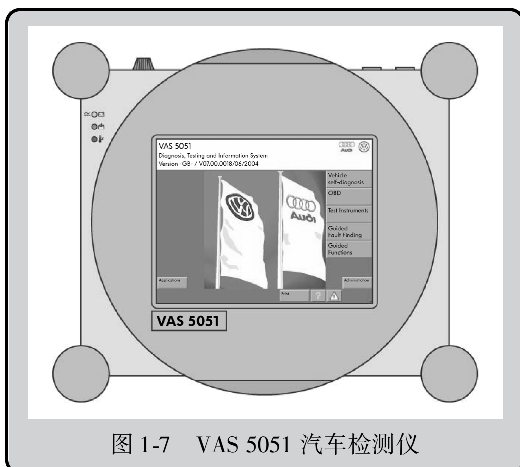


图 1-7　VAS 5051 汽车检测仪



图 1-8　VAS 5051B 汽车检测仪



图 1-9　VAS 5052 汽车检测仪



图 1-10　VAS 5053 汽车检测仪


图 1-11　检测仪器与诊断汽车之间的无线连接

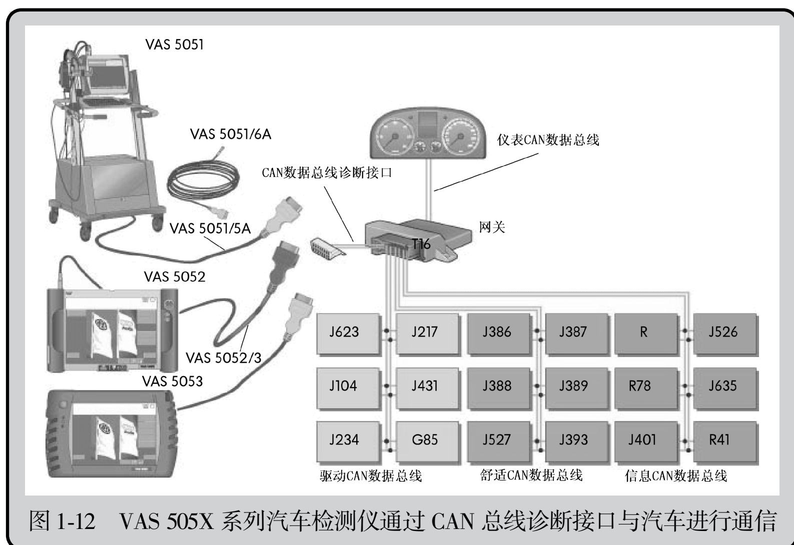


图 1-12　VAS 505X 系列汽车检测仪通过 CAN 总线诊断接口与汽车进行通信

大众车系故障诊断仪的功能强大，其功能码是：

01—查询所测电控系统的型号(版本)，如电脑号、系统类型、发动机类型、适用配置的设定号等。

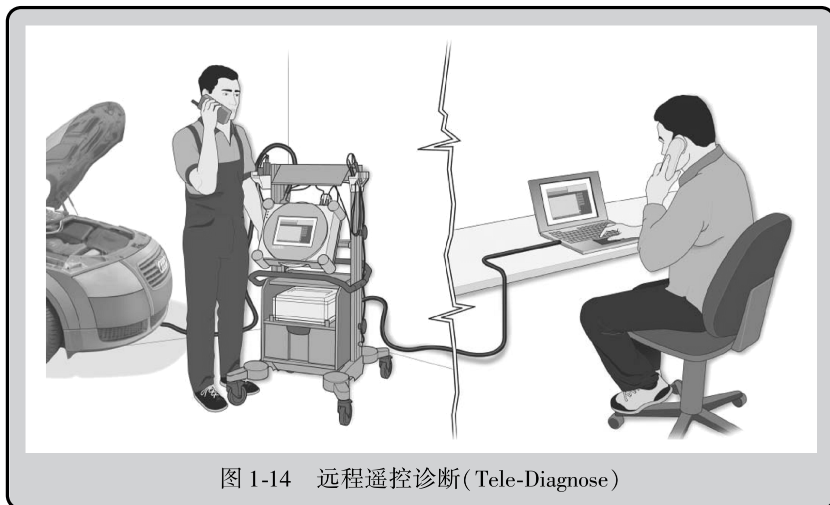
02—查询电脑存储器中的故障码和故障内容。

03—驱动执行器元件进行测试，即让执行器动作，从开启到关闭，直接判断该元件是否正常。

04—基本参数(如怠速、点火正时、混合气浓度等)的设定。



图 1-13　VAS 5051 专用的以太网网卡


图 1-14　远程遥控诊断(Tele-Diagnose)

05—清除电脑存储器中的故障记忆。

06—退出所测系统。

07—编码，即根据使用汽车的国家、地区以及发动机、变速器和其他配置的不同，给控制单元输入适当的设定码。

08—读取车辆运行时的数据流。

09—读取单个测量数据。

10—匹配、自适应，即根据厂方的要求或者实际需要，修改或输入某些设定值(仅限于厂内检测)。

11—登录(注册)，这是一个工艺流程。对于关键数据的修改，必须通过“登录”程序，给控制单元输送一个身份识别码。只有登录成功后，修改的数据才会被控制单元认可。例如匹配防盗钥匙，应进入1(“快速数据传递”模式)→25(防盗系统的地址码)→Q(确认)→11(“登录”功能)→Q(确认)等步骤，再输入密码，可以使丢失的钥匙变为非法，使新匹配的钥匙变为合法。

2. 模式号、地址码、功能码与通道号

有的初学者对于书刊上介绍的汽车故障诊断过程“进入01→04→060→Q→06”之类的表述搞不明白，那是进行故障诊断的先后“路径”，分别表示模式号、地址码、功能码与通道号。现代汽车装备的电子控制系统以及电子元件越来越多，故障诊断仪只有一步一步地深入，才能到达需要调整的控制元件。基本的操作顺序是：先选择模式号，然后输入地址码，再选择功能码，有时还需要输入通道号。

（1）模式号　大众车系专用故障诊断仪可以选择4种工作模式，即“1——快速数据传递”、“2——闪光码输出”、“3——自我检测”以及“4——服务站代码”。当故障诊断仪连接到汽车上的诊断座以后，屏幕上显示的是前两种工作模式，其中第一种“快速数据传递”是汽车维修人员最常用的工作模式；“自我检测”模式用于故障诊断仪本身电子元件的检查以及更换程序卡时使用；“服务站代码”模式用于“07编码”和“10匹配”两种功能，这两种功能只有在输入服务站代码以后才能执行。

（2）地址码　在车载CAN网络传输系统中，所连接的一个个电控单元(电脑)就像一些住户，电控系统的地址码好像住户的门牌号码，汽车上每一个电控系统都有特定的地址码。大众车系电控系统的地址码适用于所有的车型。例如大众车系的发动机电控系统的地址码都是01，自动变速器电控系统的地址码是02，ABS电控系统的地址码是03，空调电控系统的地址码是08，安全气囊电控系统的地址码是15，组合仪表电控系统的地址码是17，辅助停车系统的地址码是76等。在输入地址码以后，显示屏上会显示该电控系统的相关信息，如程序号、版本号、控制单元编码及服务站代码(WSC)等。

（3）功能码　进入某一电控系统以后，大众故障诊断仪会提供一个功能码菜单。无论进入哪一个电控系统，对汽油发动机还是柴油发动机，大众车系专用诊断仪所提供的功能码菜单是基本一样的，维修人员可以选择其中的一项功能来指挥故障诊断仪完成某项工作。

（4）通道号　采用电脑故障诊断仪执行基本设定、匹配、编码等功能时，一般需要输入“通道号”。主要部件基本设定的通道号是：电子节气门063、凸轮轴090、前氧传感器034、后氧传感器043、氧传感器加热器037、三效催化转化器046、活性炭罐066、废气再循环阀074、二次空气泵077等。

大众车系进行非电子型节气门匹配的通道号是：

① 通道号 001——适用奥迪 V6(2.4L)、帕萨特 B4、桑塔纳 GLi、红旗 7180 等车型。

② 通道号 060——适用奥迪 A6(2.4L 和 2.8L)、宝来、捷达(2 阀)等车型。

③ 通道号 098——适用奥迪 A6(1.8L)、帕萨特 B5、捷达(5 阀)等车型。

之所以出现这样复杂的情况，是由于各车型发动机采用的电子控制系统的类型不同，它们有的采用 M3.8.2，有的则采用 Simos-3pw。

3. 正确输入车辆识别码(VIN)及服务站代码(WSC)

为了在全世界范围内方便地识别每一辆汽车，每辆汽车都有唯一的车辆识别码(VIN)，其位置一般打印在车内风窗玻璃的下方，如图 1-15 所示。同时相应车的车辆识别码也打印在其机动车行驶证上，如图 1-16 所示。车辆识别码被称为“汽车身份证”，属于法定标识物。VIN 比汽车产品铭牌提供了更多的信息量，如汽车的生产国及制造厂家、汽车类型、品牌名称、车型系列、车身型式、发动机型号、年款、安全防护装置、检验数字、装配工厂名称以及出厂顺序号码等。对于修理行业，许多智能化测试仪表和维修设备都要求输入 VIN 数据，它是进行故障诊断和维修的依据。因此，对于经过多次修理仍然未修好的汽车，应当查验 VIN 码(17 位)，搞清楚厂牌、车型、生产年份等。



图 1-15　车辆识别码(VIN)在车辆上的打印位置

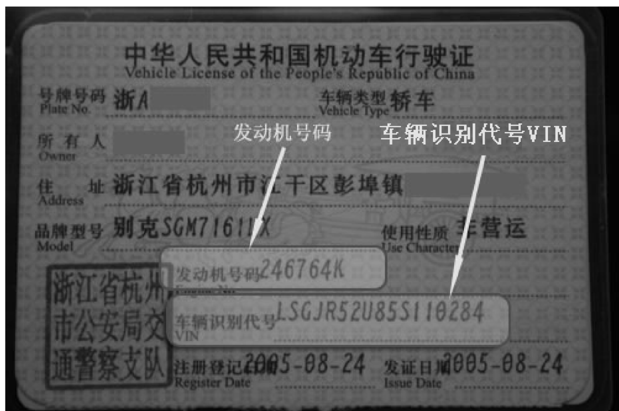


图 1-16　机动车行驶证上的车辆识别码(VIN)

汽车上的电控单元在生产、装配和维修后，为了明确责任，需要将调试单位的代码(WSC)存储在电控单元中。使用大众车系专用诊断仪执行“匹配”功能以及给控制单元“编码”时，必须先输入服务站代码(WSC)，否则这些功能无法执行，或者只有用故障诊断仪能够查询到维修站的代码(WSC)，才可以进行编码。诊断仪上显示的维修站代码表明是哪一家特约维修服务站最后对该控制单元进行过编码。对于非专业服务站和一般修理厂来说，五位数的服务站代码不代表具体意义，你可以输入“12345”，也可以输入“54321”。

4. “基本设定”功能的多种用途

对汽车电子控制系统进行基本设定，又叫标定、设置、调整、适配、同步、初始化和格式化。使用大众车系故障诊断仪的“04”功能除了可以进行基本设定外，还具有其他多种用途。

例如，更换了 Mark60 ABS 控制单元、液压泵以后，或者当制动液补偿罐的某一腔空了时，需要进行基本设定，可以选择“04 功能”。若进入显示组 001，可以用来排放液压单元内的空气；进入显示组 040，用来切断纵向加速度传感器 G251，以便汽车在滚筒式试验台上测量发动机的总功率；进入显示组 060，用来对转向角传感器 G85 进行零点平衡，然后试车；进入显示组 063，用来对横向加速度传感器 G200 进行零点平衡，然后试车；进入显示组 066，用来对制动压力传感器 G201 进行零点平衡，然后试车；进入显示组 069，用来对纵向加速度传感器 G251 进行零点平衡。

新一代奥迪 A6L 装备了电子机械式驻车制动系统(EPB)，它用电子按键取代了传统的驻车制动手柄。对该车型，常规的更换制动摩擦片的方法已经不再适用，甚至不能拆下该车的制动摩擦片，必须使用大众/奥迪电脑故障诊断仪，选择“04 基本设定”功能，才能拆装该车的制动摩擦片。

5. 分析数据流的要领

读取电控系统的数据流，是判断汽车故障的一个非常重要的途径。不仅在没有故障码的情况下，即使有故障码输出，阅读电子控制单元的数据流也是至关重要的。

1）系统中的众多数据之间存在非常密切的联系，这些数据构成了一个个数据链，可以将数据流中的所有数据划分成若干数据链，数据链中的任何一个数据发生变化，都会导致其他相关数据发生变化，切忌将某个数据孤立起来去单独考察。

2）如果数据流正常，足以说明传感器本身及线路没有问题，此时就没有必要再花费时间和精力一一检测各传感器了。

3）数据那么多，有的数据正常，有的数据不正常，因此需要寻找一个切入点。找准了切入点，就抓住了主要矛盾。

4）要牢记常用车型主要检测数据的标准值，若每检测一项数据都要找维修资料对照，那就太慢了。**注意：有的数据不是用法定单位标注，例如发动机负荷，有的用“%”表示，有的则用“ms”表示。**

6. 故障诊断仪无法通信的原因及处置措施

连接电脑故障诊断仪以后，有时与汽车上的控制单元无法通信，或者在显示屏上没有显示。对于电脑故障诊断仪无法进入需要测试的控制单元的原因，要判断是电脑故障诊断仪的问题还是电控系统的问题，或者是连接线路的问题。常见原因：①蓄电池亏电，导致控制单元的供电电压过低；②控制单元搭铁不良；③诊断座接口与控制单元之间的数据线接触不

良；④控制单元本身损坏；⑤CAN 通信线路受到电磁干扰，此时还应当注意故障诊断仪的连接电缆不要太靠近分缸线、点火线圈、起动机或爆闪灯等干扰源。

有时连接电脑故障诊断仪以后没有需要的功能可供选用，则应当检查相关电控系统是否有故障码存储。如果存在故障，必须先进行维修，并且消除故障码，否则某些功能无法进行。例如对 2003 款奥迪 A6 CVT 轿车氙气前照灯自动调节装置进行基本设定时，如果仪器显示“无此设定功能”，可以采取以下措施：

① 检查左右水平位置传感器安装是否正确。

② 让车辆以 90km/h 以上的速度行驶一段时间，氙气前照灯系统会根据路面状况自动地进行适应调整。

③ 如果仪器还不能进入氙气前照灯控制系统，可以将诊断座的端子 7(K 线)与端子 15(L 线)跨接，以形成双 K 线诊断模式。

△1-5　使用汽车故障诊断仪应该具备哪些检测经验?

1. 充分挖掘汽车故障诊断仪的潜在功能

目前世界各大汽车制造厂都推出了专用的故障诊断仪(表 1-1)，这些故障诊断仪具有强大的功能，包括整体测试、读取故障码、删除故障码、读取车辆运行参数、执行器激活检测、电控单元编码、电控单元升级、远程援助、电控单元列表确认、万用表功能、示波器功能、诊断指引、电路图查询、技术资料查询等。有的故障诊断仪还能够与 PC(个人计算机)配合，被称为汽车故障的“PC 诊断”。

表 1-1　进口车型专用故障诊断仪一览表

汽车品牌	车系代号	手持式诊断仪或 PC 型故障诊断仪
大众/奥迪(德)	VW/AUDI	VAS 5051、VAS 5052、VAS 5053、VAS 5054A、VAS 5055
奔驰(德)	BENZ	HHT、STAR2000
宝马(德)	BMW	MODIC-Ⅲ、GT-1、GT-ONE
法国车系		PROXIA
沃尔沃(瑞典)	VOLVO	SCAN TOOL、VTC2000、VADIS
通用(美)	GM	TECH1、TECH2
福特(美)	FORD	WDS、IDS、STAR-Ⅱ、NGS 自测试自动读出器
克莱斯勒(美)	CHRYSLER	DRB-Ⅱ、DRB-Ⅲ
丰田(日)	TOYOTA	INTELVIGENT、IT-Ⅱ、TESTER-Ⅰ、TESTER-Ⅱ
本田(日)	HONDA	HDS、PGM
日产(日)	NISSAN	CONSULT-Ⅱ
三菱(日)	MITSUBISHI	MUT-Ⅱ、MUT-Ⅲ
现代(韩)	HYUNDAI	MVT、HI-DS SCANNER

国内在生产故障诊断仪方面也取得了长足的进步。例如元征“电眼睛”X-431ME 故障诊断仪(图 1-17)配有 12 块程序卡，其中 FDI 卡为传感器模拟测试卡，用于模拟传感器向电

控单元输送信号，然后采用对比的方法，判断传感器或控制系统性能的好坏，并且能够在发动机不转动的情况下对 ECU 进行数据响应分析；D01 卡为 OBD-Ⅱ数据流测试卡，同时具有词典功能。

汽车维修人员不能把故障诊断仪仅仅作为读取故障码的工具，因为这只是它的基本功能之一，真正强大而实用的功能是数据流读取以及元件驱动试验。如果汽车故障诊断仪的潜在功能不能得到充分利用，则是一种资源浪费。



图 1-17　元征 X-431ME 检测仪

2. 必须按规定的程序和步骤进行操作

1）在汽车维修手册中，对各故障码都给出了诊断流程。该流程是技术人员总结和分析导致该故障码产生的各种可能原因并经过优化之后得出的。严格执行诊断流程可以避免故障诊断中缺项或漏项。

2）在进行某些检测时，电控单元可能会存储故障信息，因此在完成检查和维修后，都要清除故障码。排除故障后若不清除相应的故障码，它们将保存在电控单元的存储器中，给下一次检测造成麻烦。而且不先清除故障码，将无法进行基本设定。

3）只有在查询了故障信息并记录之后，才能清除故障码，以防止重要的故障信息丢失。正确的做法应当是：先读取故障码，并且记录故障信息，然后清除故障码，接着运转发动机，再读取故障码。这样做的目的是去掉历史故障码，使诊断仪显示当前故障码。

4）当有多个故障码时，应当按照制造商规定的顺序进行排查。因为车载自诊断系统（OBD-Ⅱ）要求所有的故障码按照优先级存储，高优先级的故障码在故障第一次发生时就被设置，并立即点亮故障指示灯。优先级较低的故障码是指那些当故障第一次出现时被设置的故障码，但此时并不点亮故障指示灯，只有当该故障第二次发生时，故障指示灯才会点亮。最低优先级的故障码是指那些与排放控制系统无关的故障码。

5）在多数情况下，当“设置”程序成功完成以后，应该断开点火开关 30s，然后再进行其他操作。

3. 故障诊断仪与电控单元无法通信的原因及处置措施

通过检查故障诊断仪与电控单元的通信是否正常，可以初步了解电控单元的工作情况。如果故障诊断仪与控制单元之间能够建立通信联络，说明该系统的供电和搭铁是正常的，如图 1-18 所示的是丰田车系专用故障诊断仪 IT2。但是，电控单元不能与诊断仪进行正常通信（即故障诊断仪无法进入控制系统的诊断菜单，或者在显示屏上没有显示），并不表示系统彻底损坏。

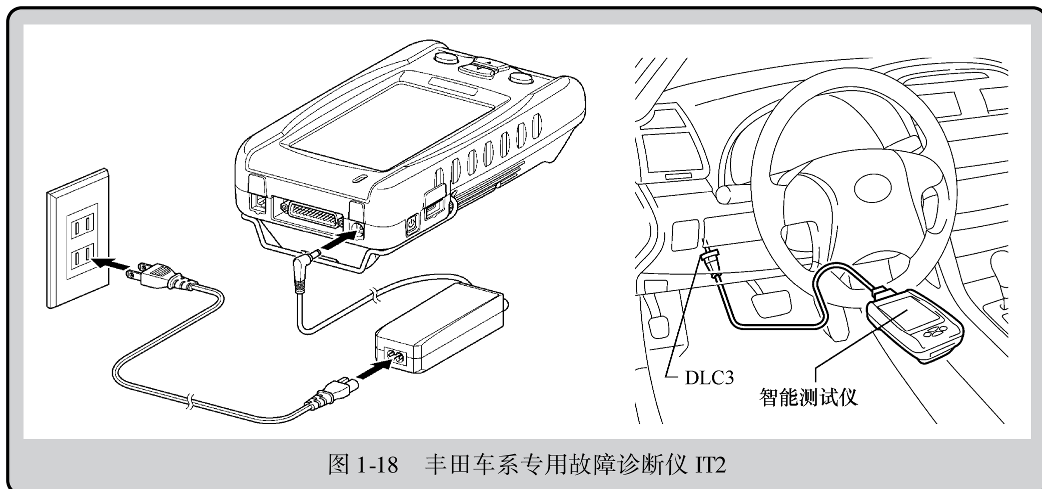


图 1-18　丰田车系专用故障诊断仪 IT2

如果故障诊断仪无法进入需要测试的电控单元，需要判断是故障诊断仪的问题还是电控系统的问题，或者是连接线路的问题。

（1）常见原因

1）故障诊断仪没有升级为 CAN 系统，或者插入故障诊断仪的程序卡不对。

2）故障诊断仪与车上诊断座（DLC）的连接不可靠，或者诊断座接口与控制单元之间的数据线接触不良。

3）电控单元、诊断座的电源短路或搭铁线接触不良。如果检查发现某传感器电源的电压很低（应该是 5V 参考电压），且进一步检查发现电控单元电源对搭铁短路，则电控单元进入应急保护状态，此时，故障诊断仪不能与其进行通信。

4）CAN-H 或 CAN-L 数据线短路或断路。

5）蓄电池亏电，点火开关未接通，导致控制单元的供电不正常。

6）CAN 通信线路受到电磁干扰，此时应当检查故障诊断仪的连接电缆是否太靠近分缸高压线、点火线圈、起动机或爆闪灯等干扰源。

7）电控单元本身有故障。

（2）没有需要的功能可供选用的处理方法　有时连接故障诊断仪以后没有需要的功能可供选用，此时应当检查相关电控系统是否有故障码存储，如果存在故障，必须先进行维修，并且消除故障码，否则某些功能将无法执行。

4. 故障诊断仪的使用技巧

1）汽车制造厂为了方便驾驶人检测，设计了众多专用的检测辅助套件，其中包括许多适配器和连接电缆。例如大众汽车的检测辅助套件 VAG 1594C 中的适配电缆（图 1-19），可以用于检测空调压缩机及其调节阀 N280。充分利用这些辅助套件，能够又好又快地进行检测。



图 1-19　大众汽车辅助套件 VAG 1594C 中的适配电缆

2）对于上海汇众商务车（装配奔驰 M161 发

动机)，不能采用进口故障诊断仪(全英文版)对发动机电控单元进行匹配，必须使用国产故障诊断仪(中文版)，如金德 KT600 通用故障检测仪(图 1-20)对发动机电控单元进行匹配。



图 1-20　金德 KT600 通用故障检测仪

3）如果由于操作失误(例如同时执行故障诊断仪的多个指令)引起某控制系统的指示灯点亮，可以让发动机熄火，通过重新起动的方法来消除。

4）有的汽车发生无法起动的现象，但是连接故障诊断仪以后却能够起动了，拔下故障诊断仪又不能起动。其原因是电控单元的搭铁不良，当连接故障诊断仪以后，通过故障诊断仪构成了搭铁回路，所以能够起动。反过来说，如果故障诊断仪可以进入电控单元，说明电控单元的电源及搭铁无问题。

5）许多大众系列轿车采用第三代电子防盗系统。如图 1-21 所示，其特点是防盗控制单元与仪表控制单元集成在一起，成为防盗仪表控制单元。使用故障诊断仪检测电子防盗系统时，应当输入地址码“17”从仪表系统进入，而不能输入地址码“25”从防盗系统进入。

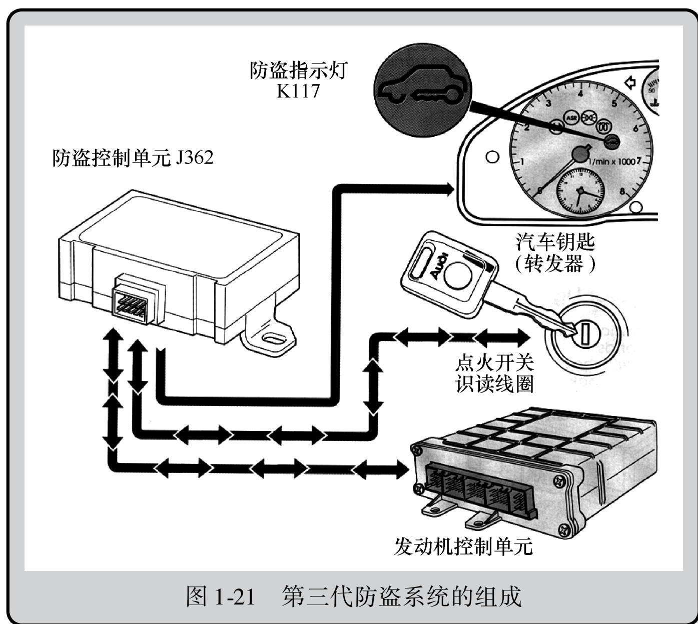


图 1-21　第三代防盗系统的组成

判断汽车上安装的是第二代电子防盗系统还是第三代电子防盗系统，可以采用故障诊断仪读取发动机电控单元的版本信息，并做好记录，然后再重新读取一次发动机的电控单元版本，如果两次读得的电控单元版本相同，说明是第二代电子防盗系统；如果两次读得的电控单元版本不同，说明采用的是第三代电子防盗系统。

6）不少诊断设备(包括 X-431)无法清除爱丽舍 16V 轿车的故障码，即使先进行初始

化，也不能清除，可能是诊断设备需要升级。

7）使用宝马车系新一代故障诊断仪 GT1，如图 1-22 所示，进入 Measuring System（测量系统），可以进行元件数值测量，例如蓄电池电压、休眠电流等。



图 1-22　宝马车系新一代故障诊断仪 GT1

8）由于故障诊断仪的生产厂家不同，其显示界面的名称叫法也有所不同。例如 X-431 故障诊断仪（电眼睛）有一项功能叫“通道调整匹配”，而在大众/奥迪车系的故障诊断仪中该功能称为“自适应”。虽然两者的叫法不相同，但是本质是一样的，这两个功能都可以完成保养灯归零、语言设置、录入已行驶里程、燃油表调整、遥控器设置、前照灯设置、自动变速器调整等项操作。

9）有的诊断仪具有空调系统的密封性检测功能，就不要使用空调歧管压力表组检查空调系统压力。因为从空调检修孔进行检查，容易造成孔阀的缓慢泄漏，引起制冷剂不足。

10）路试时往往需要使用故障诊断仪，但是一边开车一边看仪器，不利于行车安全。所以最好让另外一个人开车，维修人员操纵故障诊断仪的“行车记录”功能。事实上，目前故障诊断仪都具有不同程度的动态记录功能，能够记录和捕捉数据，记录的参数还能以曲线图的形式显示出来。

☆1-6　如何排除故障诊断仪与控制单元无法通信的故障?

在维修实践中，有时会遇到故障诊断仪不能进入被检测车所有控制单元访问的情况，这将给故障诊断带来一定的困难。遇到这种情况应该如何处置是每个维修技师必须面对的问题，因此掌握相应的知识和诊断技巧，十分必要。

现以上海大众生产的帕萨特轿车为例，介绍故障诊断仪与控制单元无法通信的故障排除。

1. 帕萨特轿车具备自诊断 K 线的控制单元

帕萨特轿车自诊断 K 线上连接的有仪表控制单元 J285、自动变速器控制单元 J217、ABS 控制单元 J104、安全气囊控制单元 J234、舒适系统控制单元 J393、自动空调控制单

元 J255、驻车辅助控制单元 J446(领驭轿车的 J446 取消了 K 线,故不再具备自诊断功能)、前照灯照射范围调节控制单元 J431、多功能转向盘控制单元 J453 和收音机 R 或导航控制单元 J503 等，如图 1-23 所示，K 线以星型方式连接，控制单元依车辆的配置不同而有所增减。

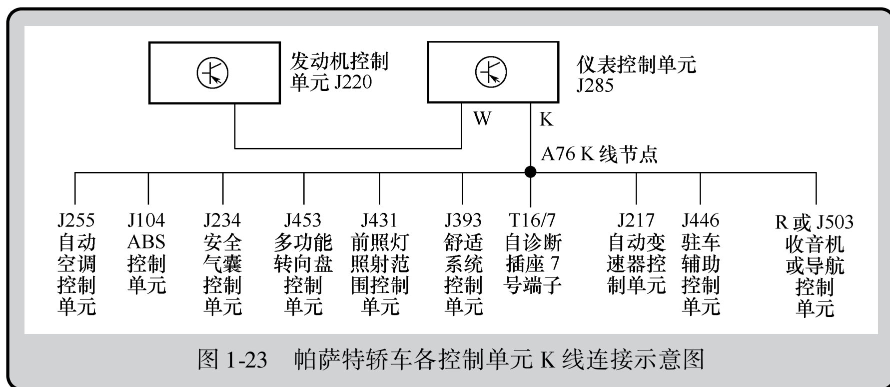


图 1-23　帕萨特轿车各控制单元 K 线连接示意图

由图 1-23 可以看出，发动机控制单元 J220 的 W 线通过 J285 与 K 线连接进行诊断通信，另外如座椅控制单元 J136、天窗控制单元 J294 和电话控制单元 J412 没有自诊断 K 线，座椅控制单元 J136 的诊断通信需经 CAN 数据总线进行，J294 和 J412 无自诊断功能。

2. 控制单元可以正常诊断通信的条件

故障诊断仪与帕萨特轿车上各控制单元进行正常诊断通信的条件是：① T16 自诊断插座的 T16/16(30 号线)端子具备 12V 电源，T16/4(31 号线)端子应可靠搭铁；② T16/7(自诊断 K 线)端子通信正常；③ 点火开关置于 ON 位置，15 号线应有 12V 电源使各控制单元处于工作状态。

当出现故障诊断仪无法与车上所有控制单元通信时，VAS 5052 故障诊断仪的屏幕窗口会提示没有检测到 30 号线和 15 号线端子，然后回到车载诊断选项的起始界面，如电源正常控制单元不能通信，屏幕则显示系统不存在。VAG 1552 故障诊断仪的工作依靠车载电源支持，其屏幕可以直观地了解到是哪个诊断条件不满足，如诊断仪屏幕没有亮，则表明自诊断插座的 T16/16 端子无电，查找 T16/16 端子的上游熔丝供电即可，如熔丝正常，说明 T16/4 端子的搭铁有问题；如输入某一控制单元地址词后，诊断仪屏幕显示“Function is unknown cannot becarried out at moment(功能未知此刻不能执行)”或“control unit no answer(控制单元没有应答)”，表明该控制单元不能通信；如输入车上所有控制单元的地址词均显示“K wire not switch to positive(K 线对正极未打开)”，如果排除了诊断仪自身的问题，则表明自诊断 K 线存在问题，导致诊断仪不能进入所有控制单元访问。

从理论上讲，K 线不能通信的原因有 3 种：① K 线对正极短路；② K 线对搭铁短路；③ 与 K 线连接的某一控制单元内部问题导致 K 线不正常。维修实践表明，原因①、②容易判别，用万用表测量 T16/7 端子与搭铁、与正极的电阻即可确定，但找到故障点较难，此时需要找到仪表线束内的 K 线星型节点 A76，依次断开各控制单元的 K 线来缩小短路点的范围，这种情况在维修实践中不多见。K 线不能通信的原因通常是车上某个控制单元的问题。

★1-7　如何使用故障诊断仪诊断发动机不好起动故障?

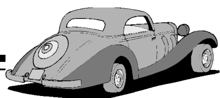
一辆 2004 年生产的帕萨特 2.0 自动档轿车，已行驶 29 万 km，因发动机不太好起动、有时运转抖动的故障进站维修。

接车时感觉发动机运转比较平稳，不像有故障的样子，但仅凭基本检查来诊断故障恐怕不能奏效。于是连接 VAS 5052 故障诊断仪，点击自诊断功能选项试图进入发动机控制单元 J220 查询故障内存，没有想到屏幕提示系统不存在，试图进入其他控制单元，也没有成功；用 VAG 1552 故障诊断仪输入地址字 01 进入访问，屏幕显示“K wire not switch to positive（K 线对正极未打开）”；将故障诊断仪连接其他在修车辆的 T16 针自诊断插座，诊断仪能与车上的控制单元通信诊断，这就排除了诊断仪本身的问题。

当点火开关置于 ON 位置时，正常情况下 K 线应具有 9V 以上的电压，用数字万用表测量自诊断插座 T16/7 端子 K 线的电压为 3.25V，由于 K 线上具有一定的电压，K 线对搭铁直接短路的可能性较小，分析原因可能是 K 线上某个控制单元干扰，导致 K 线电压降低。帕萨特 2.0 自动档轿车具有自诊断 K 线的控制单元有仪表控制单元 J285、ABS 控制单元 J104、自动变速器控制单元 J217、安全气囊控制单元 J234、舒适系统控制单元 J393 和收音机 R。

根据上述思路，由外及内依次断开有 K 线的各控制单元插接器，来验证究竟是哪个控制单元对 K 线存在干扰，直到车上只剩下仪表控制单元 J285 和发动机控制单元 J220，诊断仪依然无法进入访问 J285 和 J220。用万用表测量 T16/7 的 K 线端子，点火开关 ON、未连接诊断仪时，K 线电压为 11.2V；连接诊断仪后，K 线电压立即下降为 3.25V，这就逻辑地证明了仪表控制单元 J285 有问题。理由是 J220 没有 K 线，但与 J285 之间有 W 线连接，故障诊断仪与 J220 的数据交换路径是通过 T16/7→J285 的 K 线→J285 的 W 线→J220 的 W 线进行的。

通过上述检查，向驾驶人说明需要更换仪表的理由，征得同意后更换新的仪表验证，诊断仪可以进入各个控制单元访问，表明检查过程里的逻辑判断正确。因此时已无法读出原车仪表的防盗密码，不能执行常规防盗匹配，连接网络对新仪表执行在线匹配。匹配成功后，诊断仪能顺利进入发动机控制单元 J220 查询故障内存，驾驶人来站报修的发动机故障通过诊断仪查询诊断顺利地排除。



第二章



蓄电池维修技能

2-8 怎样防止行车中蓄电池的爆炸？

1. 蓄电池爆炸的现象及产生的原因

蓄电池在充放电的过程中，水被分解产生大量 H_2 和 O_2（图 2-1），当这些**气体不能及时从蓄电池内排出，或其遇到火花被点燃时，就会引起蓄电池爆炸**。产生蓄电池爆炸的具体原因有以下几点。

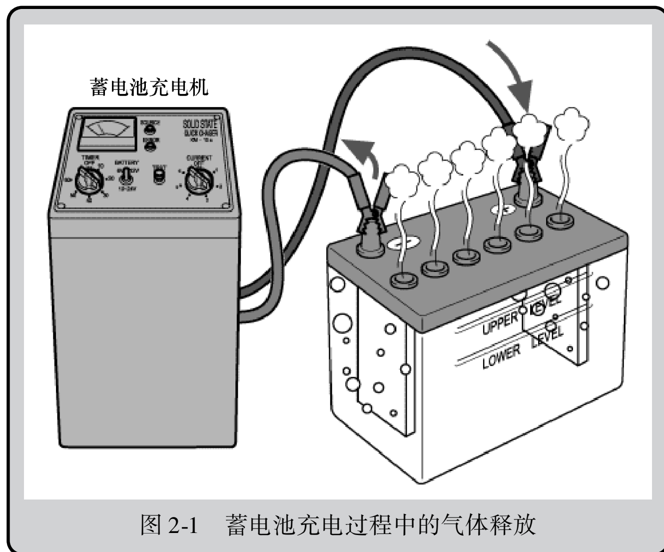


图 2-1 蓄电池充电过程中的气体释放

（1）**加液盖通气孔堵塞引起蓄电池内部压力变化过快**

1）若蓄电池极板严重硫化，在此情况下充电，单格电压及电解液温度会迅速升高，气泡产生快且剧烈；若加液盖通气孔堵塞，迅速膨胀的气体将会引起蓄电池爆炸。

2）蓄电池过充电时，也会使电解液温度迅速升高，产生的大量气体受热剧烈膨胀，如这时加液盖通气孔堵塞，将会使电池内部压力过大，导致蓄电池爆炸。

3）若蓄电池加液盖通气孔部分堵塞，拆卸蓄电池正极柱时，不小心搭铁，导致蓄电池

短时大电流放电，也会产生蓄电池爆炸。

（2）**长时间大电流放电** 由于冬季温度过低，电解液粘度大，渗入极板孔隙的速度减慢，蓄电池内阻增大。在放电时，内阻产生的电压降也相应加大，这样将会引起电解液温度迅速升高。另外，在经过大电流放电后，PbO_2变成$PbSO_4$时体积增大且压力增加，引起极板翘曲。如大电流放电时间过长，致使蓄电池单格内膨胀剧烈而使蓄电池爆炸。

（3）**可燃混合气被点燃** 蓄电池在充电时，产生大量的H_2和O_2。若蓄电池**连线不牢固**，或在活接头处**连线接触不良**，或在**拆卸蓄电池**正极接柱时，**不小心搭铁**，都有可能**产生电火花**，再若这时周围环境**通风不畅**，混合气**浓度达到了着火临界值**，产生的火花将点燃可燃混合气，从而**引起蓄电池爆炸**。

2. 防止蓄电池爆炸应采取的对策

（1）**定期清洗疏通加液盖通气孔** 新蓄电池在启用时，一定要疏通加液盖通气孔。定期清洗蓄电池表面时，要把加液盖旋紧，防止污水、杂质落入电解液内。

（2）**防止极板严重硫化** 定期检查电解液液面高度和电解液密度，液面应以高出隔板上缘10～15mm为宜，不足时应添加蒸馏水，只有确知液面降低是由于电解液溅出所造成的，才允许添加密度相同的电解液，因为蓄电池在工作中，蒸发消耗的只是水。

（3）**每次使用起动机时间不大于15s**，连续2次起动时，中间至少要间隔30s，以避免蓄电池过度放电。

（4）蓄电池充电时，如果电解液温度超过40℃，应减小充电电流，当温度超过50℃时，应停止充电。另外，在充电过程中，应注意周围环境的通风，以降低可燃混合气浓度。

（5）在使用蓄电池时防止电火花产生。要求**蓄电池安装牢固，导线接头与蓄电池极桩连接紧固**。蓄电池板柱和电线夹头，如产生硫酸盐和氧化物，应及时刮除，并涂以润滑脂，防止蓄电池极柱和电线夹头锈蚀。

2-9 如何正确识别蓄电池极柱的极性？

将蓄电池安装到汽车上使用时，需要将蓄电池的正极柱与通往起动机的电缆（即电源线电缆）连接，将蓄电池的负极柱与搭铁电缆（即搭铁线）连接。在蓄电池充电时，需要将蓄电池的正极柱与充电机的正极连接，将蓄电池的负极柱与充电机的负极连接。因此，必须正确识别蓄电池极柱的极性，才能正确连接蓄电池电路。在蓄电池正极柱上或正极柱周围的蓄电池盖上标有“+”或“P”标记；在负极柱上或负极柱周围的蓄电池盖上标有“-”或“N”标记。对于使用一段时间后标记模糊不清难以辨别的蓄电池，可用下述方法进行判别。

1）**观察极柱颜色进行判别**。使用过的蓄电池，其正极柱呈深棕色，负极柱呈深灰色。

2）**用直流电压表检测判别**。将电压表的两个表棒分别连接蓄电池的正负极柱，按表针偏摆方向判断其正负极性。如表针正摆（即向右偏摆），则电压表的正极（红表棒）所连极柱为蓄电池正极；若表针反摆（即向左偏摆），则电压表的负极（黑表棒）所连极柱为蓄电池正极。

3）**用电解方法进行判别**。将蓄电池的两个极柱各连接一根导线，并将导线的另一端分别插入电解液中（注意导线端头切勿相碰），此时导线周围产生气泡较多者所连极柱即为蓄电池负极，产生气泡较少的为正极。

4）**从极柱粗细方面判别**。极柱较粗的为蓄电池的正极，极柱较细的为蓄电池的负极，如图 2-2 所示。

5）**使用一段时间后从极柱上产生的氧化物判别**。如图 2-3 所示，产生绿色的氧化物较多的是蓄电池的正极，较少的为负极。

6）**从外壳铭牌区分**。面对蓄电池外壳上的铭牌，铭牌右上方的极柱为正极，铭牌左上方为负极。

7）**根据蓄电池线所接的部件判别**。正极接起动机的主接线柱，且正极一般有多根电源线引出，负极接车身或发动机的搭铁部位。



图 2-2　蓄电池的极柱判别



图 2-3　通过氧化物的多少判断正负极柱

2-10　如何对蓄电池进行正确的安装与拆卸?

车用蓄电池内部电阻很小，一旦发生短路就会形成大电流放电，不仅损失电能，而且还有烧坏电缆或电器线束的危险。因此，**在安装蓄电池时，应先连接正极电缆，后连接负极电缆**(图 2-4)。这是因为如果先连接负极电缆，那么，在连接正极电缆时，扳手万一搭铁就会导致蓄电池短路放电。同理，**在拆卸蓄电池时，应先拆卸负极电缆，后拆卸正极电缆**。

（1）蓄电池的安装　将蓄电池安装到汽车上时，应按下述程序进行：

1）检查蓄电池型号规格是否适合该型汽车使用。

2）检查电解液密度和液面高度是否符合技术要求，否则应予调整。

3）根据正、负极柱和正、负电缆端子的相对位置，将蓄电池安放到固定架上。

4）将正、负电缆端子分别与正、负极柱连接(**注意:先连接正极电缆,后连接负极电缆**)。

5）在正、负极柱及其电缆端子上涂抹一层润滑脂，以防极柱和端子氧化腐蚀。

6）安装固定夹板，拧紧夹板固定螺栓。

（2）蓄电池的拆卸　从汽车上拆卸蓄电池时，应按下述程序进行。

从汽车上拆卸蓄电池时，**应先拆搭铁电缆，后拆正极电缆**。反之，如先拆卸蓄电池正极时，一旦工具与车身金属部分相碰，将会引起短路，造成蓄电池损坏、工具烧损或车身搭铁部位烧损，如图 2-5 所示。拆卸时，若发现蓄电池接线柱螺栓锈蚀难以取出，切莫用锤或钳敲打，以避免极柱断裂或极板活性物质脱落。可用热水冲洗后，拧开螺栓，用夹头拉器将夹头取下，如图 2-6 所示。取下电池时应小心轻放、尽量用电池提把进行，如图 2-7 所示。拆卸步骤如下。

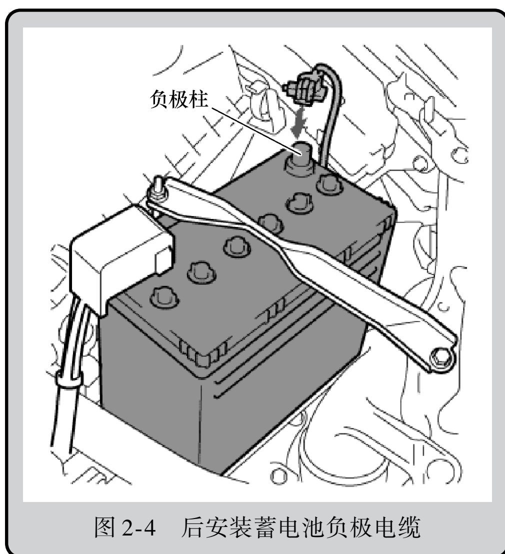


图 2-4　后安装蓄电池负极电缆

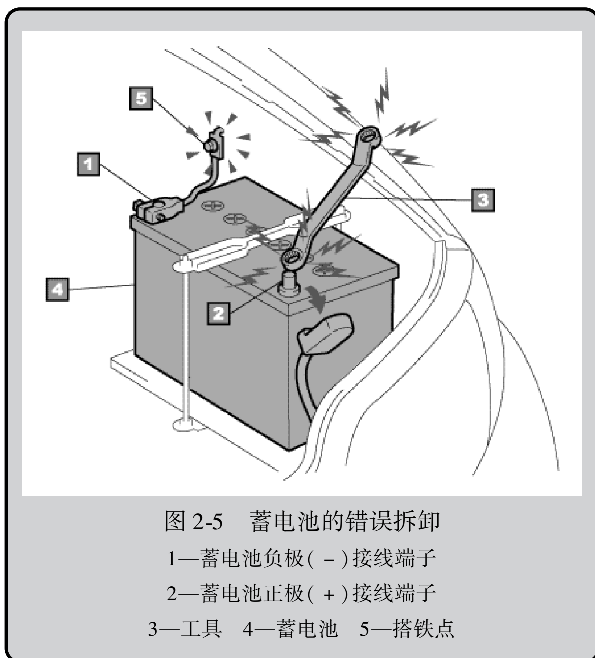


图 2-5　蓄电池的错误拆卸
1—蓄电池负极(－)接线端子
2—蓄电池正极(＋)接线端子
3—工具　4—蓄电池　5—搭铁点

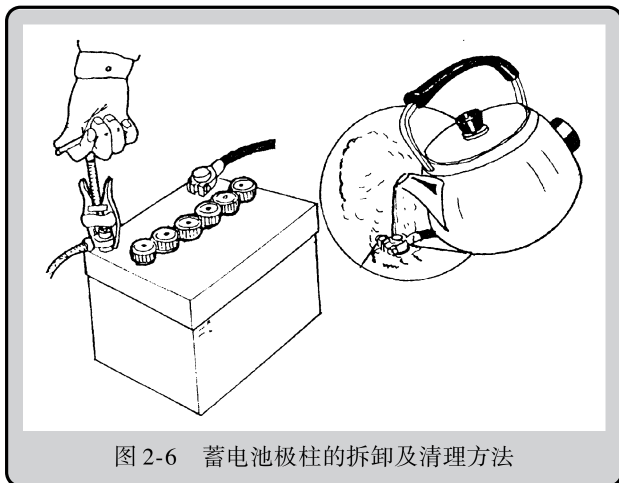


图 2-6　蓄电池极柱的拆卸及清理方法

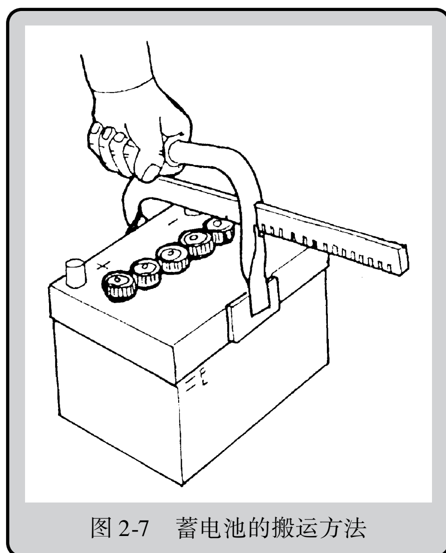


图 2-7　蓄电池的搬运方法

1）将点火开关置于“断开(OFF)”位置。

2）拆下蓄电池固定夹板的固定螺栓，取下固定夹板。

3）拧松蓄电池正、负极柱上的电缆接头紧固螺栓，取下电缆。

注意：先拆卸负极电缆，后拆卸正极电缆。

4）从汽车上取下蓄电池。

5）检查蓄电池壳体上有无裂纹和电解液渗漏痕迹，发现裂纹和渗漏应更换蓄电池。

△2-11 如何对蓄电池进行充电作业？蓄电池充电有哪些注意事项？

1. 蓄电池的充电作业

目前较常用的充电机如图2-8所示。具体充电作业方法如下：

1）在将蓄电池与充电机连接之前，应将蓄电池极柱和表面清理干净，将液面高度调整至正常水平。

2）按图2-9所示正确连接充电机和蓄电池。

3）将充电机上的电压调节旋钮调至最小位置。

4）打开交流电源开关。

5）打开充电机上的电源开关，调节电压旋钮，观察电流表读数，直到电流表读数指示出所确定的电流值为止(按照充电规范，确定充电电流大小)。



图2-8 常用充电机

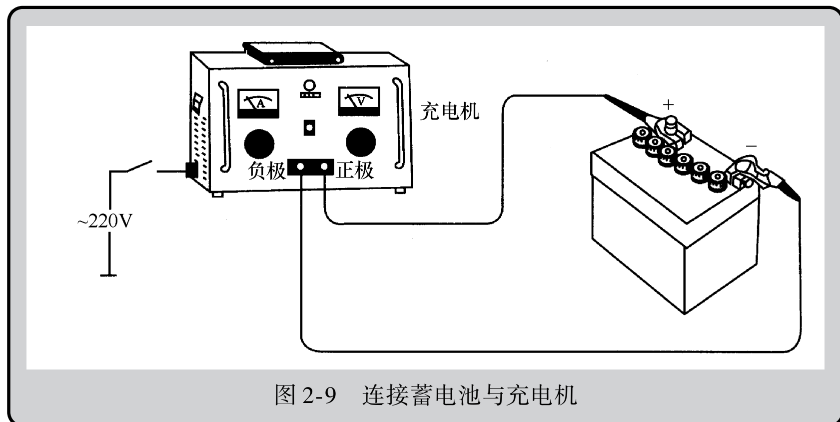


图2-9 连接蓄电池与充电机

6）通过加液孔观察蓄电池的内部情况，用万用表测量蓄电池两端的电压，当有连续气泡冒出或连续3h电压不变时，应立即停止充电。

7）停机时，必须先沿逆时针方向调节电流调节旋钮使电流表指针调至零位后，再切断电源开关使充电机停止工作。

2. 蓄电池充电的注意事项

1）严格遵守各种充电方法的操作规范。

2）处于寒冷天气的蓄电池在充电之前需检查电解液是否结冰，不可对结冰的蓄电池进行充电，否则会引起爆炸。

3）补充充电前需检查电解液的液面高度，电解液不足时应补充蒸馏水。

4）充电过程中应注意测量电解液的温度，当温度超过40℃时应将电流减半，如温度继续升高达50℃时应停止充电，待冷却至35℃以下时再充电。也可采用风冷或水冷的方法来降温。

5）初充电应连续进行，不可长时间间断。

6）室内充电时，应旋下加液孔盖，使氢气和氧气能顺利排出。

7）充电室要安装通风设备，在充电过程中通风设备应不停地工作，以排出有害气体，避免爆炸危险及损害操作人员的健康。

8）充电室要严禁烟火。

△2-12　如何正确测量电解液的密度？

在标准的电解液密度下，通过**测量电解液的密度就可以大致判断蓄电池的放电程度**。电解液的密度可用专用的**吸式电液密度计测量**，如图2-10所示。

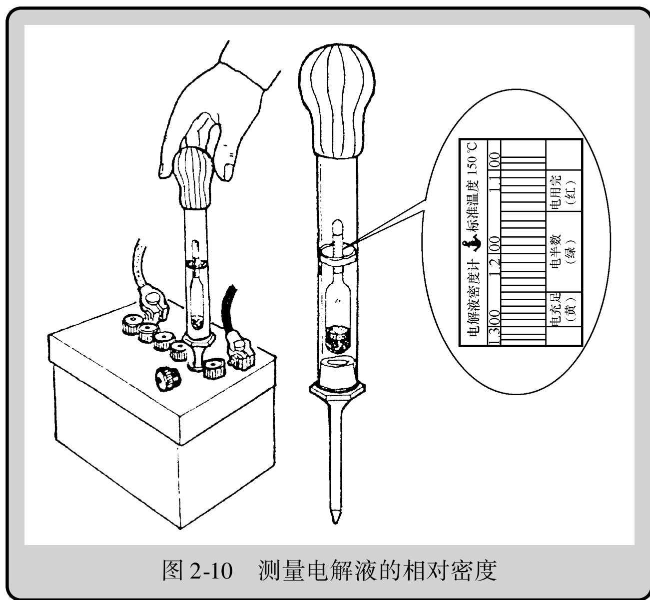


图2-10　测量电解液的相对密度

测量时先将密度计下部的橡皮吸管插入蓄电池的单格电池内，用手捏一下橡皮球，然后慢慢松开，电解液就被吸入玻璃管中，此时密度计的浮子浮起，其上刻有读数，**浮子与液面(凹面)相平行的读数就是该电解液的密度**。多数电液密度计密度标注的范围为1.10～1.30，并分为红、黄、蓝三个标志区域：1.10～1.15之间为红色区域，电解液的实际密度在此区域内则说明蓄电池已亏电；1.15～1.25之间为蓝色区域，电解液的实际密度在此区域内则说明蓄电池存电正常；1.25～1.30之间为黄色区域，电解液的实际密度在此区域内则说明蓄电池电解液的密度过大，应进行调整。

△2-13　如何进行蓄电池电解液液面高度的检查？

（1）**玻璃管测量法**　如图2-11所示，电解液液面高度可以用玻璃管测量，将内径为5～6mm的玻璃管从蓄电池的加液口插入，直至压到防护板，顶住极板组为止，然后用大拇指堵住玻璃管

的上口提出，如果玻璃管下端液柱长度为10～15mm，说明电解液的液面符合要求。

（2）**观察液面高度指示线法** 使用透明塑料壳体的蓄电池，在壳体上标有两条高度指示线，如图2-12所示。正常电解液液面介于两线之间，最好要常维持在最高线，以免液面过低露出蓄电池的极板造成硫化，液面过低时加入蓄电池补充液补充。

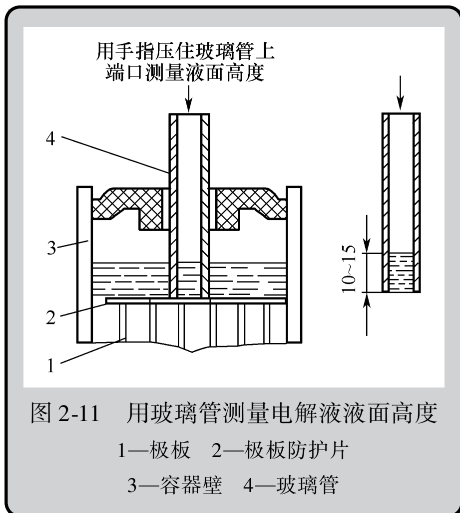


图2-11 用玻璃管测量电解液液面高度
1—极板 2—极板防护片
3—容器壁 4—玻璃管

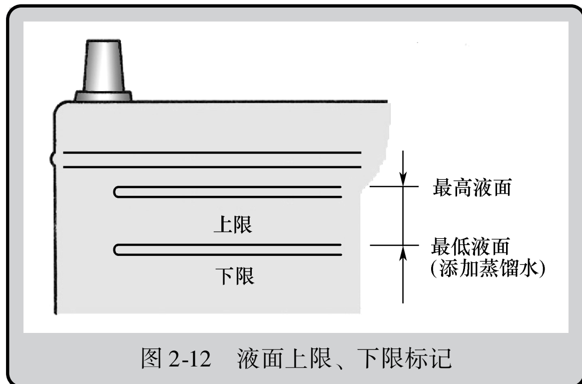


图2-12 液面上限、下限标记

（3）**通过“电眼”观察液面高低** 从加液孔观察判断液面高度，如图2-13所示。加液孔下缘形成中央小圈时合格，形成大圈时为液面过低。若电解液不足，一般应及时添加蒸馏水。若液面降低，且确系溅出或倾倒造成，应补加相同密度的电解液并充电调整。

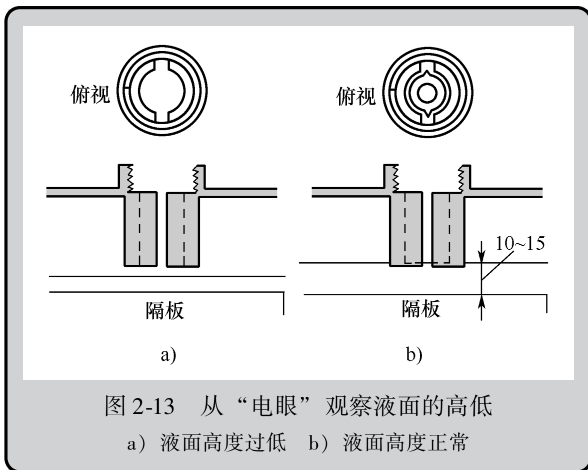


图2-13 从“电眼”观察液面的高低
a）液面高度过低 b）液面高度正常

电解液、补充液、纯净水等的区别：电解液是用专用的蓄电池用硫酸与蒸馏水按一定的比例配制而成的，密度一般为1.26～1.28g/cm^{3}稀硫酸溶液；蓄电池补充液是指含有极微量的硫酸的蒸馏水；而纯净水一般是指人能够饮用的，含有对人体有用的一些离子如钙、镁离子等而含其他杂质少的较为洁净的水。在蓄电池的**电解液缺少时，除非确实知道液面降低的原因是因蓄电池倾倒电解液洒出所致，一般不允许加入电解液而要加入补充液**。而纯净水及其他的如河水、井水、开水等因含用一些金属离子等，因此在电解液缺少时一定不要加这些类型的所谓“纯净”的水，因其内含有的钙、镁离子容易形成原电池导致自放电。

★2-14 汽车电系暗电流的常用检测方法有哪些?

汽车电系的“暗电流”（又称为静电流、漏电流、寄生电流），是指在点火开关以及用电

器开关断开以后，某些电器或电路继续消耗的蓄电池的放电电流，一般以“mA”为单位。

事实上，在汽车点火开关处于 OFF 位及所有电器开关都断开以后，车辆的运行信息需要保存在 ECU 单片机的存储器内，数字式石英钟以及电子调谐式收放机等装置仍然需要供电，这些电器以低功耗模式保存相关数据。根据汽车电子设备的多少以及智能化程度的高低，在点火开关断开 5 ~ 60min 后进入休眠状态，在正常状态下，休眠电流一般只有 30 ~ 50mA，所以蓄电池会有微量电流输出。另一方面，汽车的电器设备存在着难以避免的、微量的漏电现象，以上这些放电电流统称为暗电流。

既然汽车电系的暗电流难以避免，就要设法将它限制在最小的数值上。如果整车的暗电流过大，蓄电池的电量下降 20% 以上，将造成发动机起动困难。因此，发现蓄电池短时间内亏电，应当检查电系的暗电流是否过大，电控系统的“休眠模式”是否起作用。

1. 使用万用表测量

首先断开汽车上所有的用电设备开关，将点火开关转至 OFF 位，然后选择万用表的大电流档，将万用表串联在蓄电池负极电缆与负极极柱之间，即负表棒(黑色)接触负极极柱，正表棒(红色)接触蓄电池的负极电缆(之所以要这样连接，是因为拆开的负极电缆的电位比蓄电池负极极柱的电位高)。再逐一断开各分支电路，然后观察万用表指针的摆动情况，如果略有摆动，说明暗电流很小，是汽车上的小功率用电设备(如电子钟)在耗电(在静态下，如果蓄电池的放电电流不超过 50mA，说明暗电流基本正常)；如果万用表指针的摆动幅度很大(蓄电池的放电电流大)，说明电系的暗电流过大。

注意：应当先将万用表的两端与蓄电池的负极极柱和负极电缆连接好，然后从蓄电池的负极上脱开负极电缆，再进行检测。不要先拆开蓄电池的负极电缆，然后才连接万用表，这样有可能检测不到暗电流。使用万用表测量的缺点是费时、费力，而且必须拆开蓄电池的电缆，会造成某些电控单元记忆的数据丢失。

2. 使用钳形电流表测量

汽车上常用的钳形电流表如图 2-14 所示，**用钳形电流表检测的好处是不需要拆卸蓄电池的连接线**。一辆宝马 745i 轿车，停放几天后，接通点火开关，仪表板和中央显示屏上 ABS、DSC 和 PARK 等多个信号报警，发动机不能起动，并且点火钥匙无法取出。初步判断为蓄电池严重亏电，导致电控系统进入失效保护状态。试着断开所有电器开关，并锁上各车门，等待 3min(因为宝马车型在所有电器停用 3min 后进入第 1 次休眠)，然后观察起动开关处的指示灯，依然亮着红色(正常情况下应当熄灭)，说明还有用电器在耗电。为了验证是否异常放电，等待 16min 后(宝马车型进入第 2 次休眠)，用 50A 钳形电流表夹住蓄电池的负极，然后断开所有的用电器开关，看到钳形电流表上的读数为 0.35A(正常情况应当不大于 0.02A)，说明确实存在过高的暗电流。



图 2-14　汽车上常用钳形电流表

3. 采用隔离法(分段拔去熔丝)检查

一辆 2008 款奥迪 A6 轿车，行驶里程为 1.8 万 km，该车停驶

1天后，发动机无法起动，蓄电池电量几乎放完。为了排查蓄电池亏电的原因，首先确认门锁灯、照明灯等处于关闭状态，然后将SK-7831型钳形电流表设置在4000mA直流电流档，使钳形电流表的表头夹在蓄电池的负极上，从钳形电流表的显示屏上读到310mA，这就是暗电流，正常值应当小于30mA。接着**逐一断开各路熔丝，同时观察钳形电流表上的显示值**，当拔下第4个熔丝时，发现钳形电流表的读数明显下降，说明该熔丝涉及的室内灯、阅读灯、点烟器、时钟、收音机、行李箱照明灯或空调指示灯等电路可能存在短路现象。试着将前、后2个点烟器弹出，故障依旧。既然维修资料提示该车正常时的暗电流为30mA左右，计算下来，相当于消耗3.6W电功率，这一功率数与行李箱照明灯的功率比较接近，于是检查行李箱的照明灯开关，发现照明灯开关确实已经损坏。更换该照明灯开关，故障排除。

4. 使用蓄电池测试仪检查

新型蓄电池测试仪(图2-15)能够快速检测蓄电池的存电状况，以及点火开关断开后蓄电池是否有放电现象。该测试仪的检测方式分为蓄电池随车测试、发电机测试以及暗电流测试(测试所需要的时间从30s到4min不等)，测试的具体内容包括蓄电池状况、蓄电池寿命百分比、极板短路或断路、极板腐蚀、电解液温度、发电机电压、发电机电流、整流二极管脉冲电压以及电系的暗电流。测试的结果不但可以在显示屏上显示，而且可以通过红外端口传送给打印机。



图2-15 新型蓄电池测试仪

☆2-15 如何防止汽车电系产生“暗电流”?

1）**汽车熄火以后，及时断开所有用电器的开关**。许多高档轿车具有灯光延时关闭功能，但也需要晚上停车后断开照明灯开关。这是因为，一旦灯光继电器的触点因故不能分离，将导致蓄电池持续放电。

2）**发动机熄火后，不要让点火钥匙长时间停留在ON位**。因为在点火开关接通的情况下，蓄电池持续向发电机的磁场绕组和电压调节器放电，这样不仅白白消耗蓄电池的电能，时间长了还可能烧毁发电机的磁场绕组。

3）**电子电压调节器必须受点火开关的控制**，否则在发动机停转期间，电子电压调节器控制磁场电流的大功率管始终导通，蓄电池将一直放电，使该功率管的工作负荷接近最大，不仅大大缩短电压调节器的使用寿命，而且导致蓄电池亏电。实践证明，如果电压调节器不受点火开关控制而直接与蓄电池连通，使用5~7天后，蓄电池就将无法起动发动机，电压调节器的使用寿命也只有100天左右。

4）**注意防止用电设备的插接件进水**。一旦插接件进水，将导致插接件的端子氧化，容易引发莫名其妙的断路和漏电故障。

▲2-16　如何防范汽车电路的“虚电”？

在以往的故障检测中，认为有电压就有电流。现代汽车发动机装备的电子器件越来越多，所以耗电量比传统机型大许多，同时各个连接点或多或少存在接触电阻。因此，在进行电气检测之前，应当首先确认电源的电压是否符合要求。

但是，**线路电压正常并不等于电流也正常**。在很多情况下，使用万用表检测电压无法发现故障点，但是若加上合适的负载，使用试灯检测线路的电流，就可以发现故障的真正原因，这就是所谓的“虚电”作祟。**“虚电”通常是指电路某处因连接器接头氧化或者连接螺钉松动等原因引起接触不良**，在这种情况下，可以通过小电流，所以用万用表测量电压，显示是正常的，但是若施加负荷，有一定的负载电流时，“虚电”电压就会减小甚至完全消失，要么造成起动机运转无力，要么造成连接端子发热。

防范“虚电”，可以使用试灯进行动态测试，即采用试灯进行有负荷测试，如果线路的接触电阻很大，试灯的亮度会下降。也可以在线路中串联电流表，检测工作电流，如果线路接触不良造成接触电阻过大，在电压不变的情况下，试灯显示的电流会很小，说明电源电压不足。总之，采用试灯动态测量线路的电流，才能比较准确地确定电路的电源是否正常。

★2-17　如何进行蓄电池的电压、电流测试？

1. 负荷测试

铅酸蓄电池性能的最佳测试方法是负荷测试。测试时为保证得到正确结果，要求蓄电池的电量至少在75%以上。若电解液密度不到1.22g/cm^3，开始电压达不到1.24V，应先充足电再进行测试。

（1）**使用高率放电计进行负荷测试**　整体式高率放电计由一个20V的电压表和一个定值的负载电阻(阻值较小,依靠电流的热效应工作)组成。**测量前保证蓄电池要在充足电的状态**，否则不能正确判断蓄电池的性能好坏，同时**认清高率放电计和蓄电池的极性。测量时应将两叉尖紧压在蓄电池的正负极柱上**，如图2-16所示。**每次测量时间为20s，同时观察大负荷放电情况下蓄电池所能保持的端电压**，进行三次测量，每次间隔3min，以第三次测得的数据为准，依据测量结果进行判断：端电压小于9.0V，说明蓄电池有故障；端电压在9.0～11.5V之间，说明蓄电池性能较好；端电压大于11.5V，说明蓄电池性能良好。

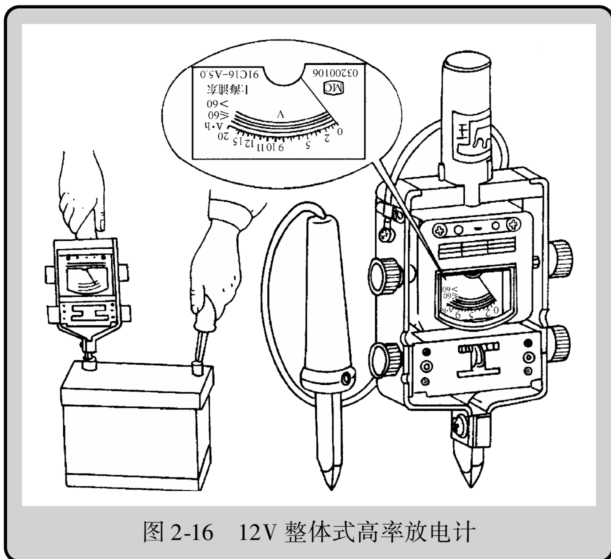


图2-16　12V整体式高率放电计

（2）**就车进行起动机的起动检测**　如果没有高率放电计，在起动系正常情况下，可用

起动机作为试验负荷，步骤如下：

1）拔下分电器中央线，并将其搭铁。

2）将数字式电压表接于蓄电池正、负极上。

3）接通起动机15s，读取电压表读数，对12V蓄电池而言，电压表读数应不低于9.6V。

（3）**蓄电池开路电压的测量**　开路电压用来确定蓄电池的充电状态。检测时，蓄电池电压必须是稳定的，若蓄电池刚补充充电完毕，至少应等待10min，让蓄电池的电压稳定后，再进行测量。测量时把电压表接在蓄电池两极柱上，跨接时应认准极性。测量开路电压，读数要精确到0.1V。

一般来说蓄电池在25℃时处于较佳状态的读数应为12.4V左右，若充电状态达75%或75%以上，就可认为蓄电池充足了电，其对应关系见表2-1。

表2-1　开路电压的检测结果表明充电状态

开路电压/V	充电状态	开路电压/V	充电状态
≥12.6	100%	12.0～12.2	25%～50%
12.4～12.6	70%～100%	11.7～12.0	0～25%
12.2～12.4	50%～75%	≤11.7	0

注意：如果汽车有许多常接蓄电池的电气设备如计算机、时钟、存储式收音机等，在读取电压表读数之前应脱开蓄电池的负极电缆。

2. 3min充电测试

这个测试用来确定已放完电的蓄电池能否继续使用。将蓄电池拆下，对12V蓄电池以不超过40A的电流连续充电3min。当充电3min时，若充电电压超过15.5V，说明蓄电池有故障，应予以更换；若不超过15.5V，可按制造厂推荐值继续补充充电。

3. 蓄电池外电路漏电测试

漏电测试用来判明当所有电路切断时，是否还有某些电器元件或部件在耗用蓄电池电能。方法有以下几种。

（1）“刮火”法　切断所有开关，关好车门，拆下蓄电池搭铁线，对蓄电池负接线柱“刮火”，若有火花，说明电路漏电。

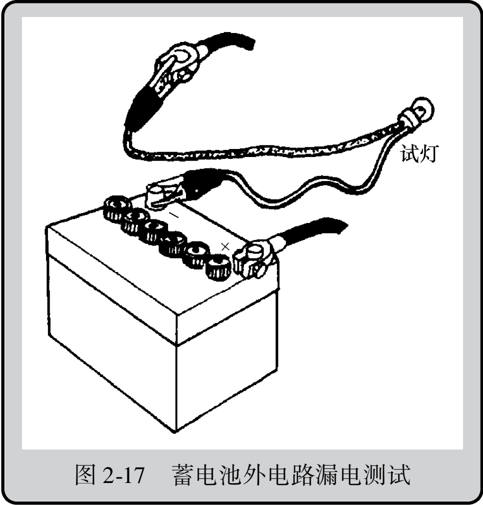
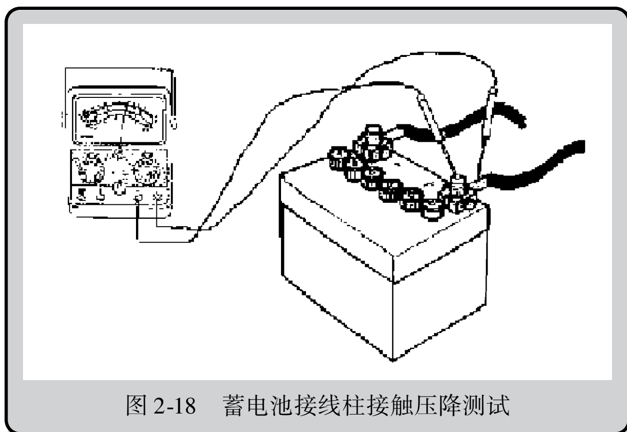


图2-17　蓄电池外电路漏电测试

（2）试灯法　在拆下搭铁线后，用小功率试灯串入蓄电池负接柱与搭铁线之间，如图2-17所示，若试灯发亮，说明电路漏电。

（3）电压表或电流表测试　汽车上有些电子器件即使所有开关切断时也一直在耗电，但其数值很小。这些部件包括：数字钟、电子调谐（电台记忆）式收放机、发动机控制单元的二极管。为了检查这些电子器件在点火开关断开时的耗电情况，可用电压、电流表进行测

试。测试时，拆下蓄电池搭铁线，将电压表正表棒接搭铁线，负表棒接蓄电池负接线柱，电压显示值应略小于蓄电池静止电动势。如静止电动势为12.6V的蓄电池，若测出电压为12.2V，说明电路正常，可保证蓄电池在较长时间内不会漏完电。如用电流表测试，可先用高量程测量，然后视需要降到低量程，以读取精确读数。


图 2-18 蓄电池接线柱接触压降测试

（4）用电阻档测试 从蓄电池上拆下搭铁线，将万用表表棒分别连接搭铁线与蓄电池正极引线，其电阻值应不少于100Ω，否则会导致蓄电池漏电过快。

4. 蓄电池接线柱接触不良测试

无论蓄电池接线柱是否连接好，都需要进行接线柱接触压降的检测。能够有效地减少由于接线松动或连接缺陷造成的返工或途中“抛锚”。

测量正接线柱的压降时，如图2-18所示，将电压表正表棒接到电池正接线柱上，负表棒接到正极电缆夹头上，起动发动机，这时电压表读数不得大于0.1V。否则说明接线柱接触不良。测量负接线柱的接触压降时，表棒的检测点与上述相反。

若蓄电池电量充足，但起动机起动无力，且接线柱及电缆夹头温度较高，也说明接线柱接触不良。

☆2-18 如何正确认识蓄电池电流传感器？

1. 智能型蓄电池传感器(IBS)的功能

智能型蓄电池传感器(IBS)是宝马新5系智能供电系统的重要组成元件之一，自身带有微型控制器(μC)，μC中的软件控制该功能过程以及与上级控制单元之间的通信联络。与数字式发动机电子伺控系统DME的联系通过BSD(串行数据线)完成。在车辆行驶过程中，DME从IBS获取数据。IBS的功能原理如图2-19所示，IBS具有下列功能：**持续测量车辆每种行驶状态下蓄电池的电流、电压和温度；计算蓄电池指示参数作为判定蓄电池充电状态(State of Charge，SoC)和健康状态(State of Health，SoH)的基础；平衡蓄电池充电/放电电流；SoC处于临界状态时，作为相应措施监测SoC并使车辆处于工作状态；计算起动电流特性曲线用于确定蓄电池SoH；车辆休眠电流监控；向上级控制单元传输数据；故障自诊断；全自动更新规则系统和自诊断参数；睡眠模式下自醒功能。**

2. 结构组成

IBS直接安装在蓄电池的负极上，主要由机械、硬件和软件3部分功能元件组成，其元件分解图如图2-20所示。IBS的机械部分由蓄电池负极接线柱及搭铁线组成，其主要功能是：车身与蓄电池负极的连接；电流测量传感器元件的定位件；硬件的定位件；确保硬件温度传感器和蓄电池负极之间充足的热敏接触；保护敏感电子元件；蓄电池接线柱作为IBS搭铁端。

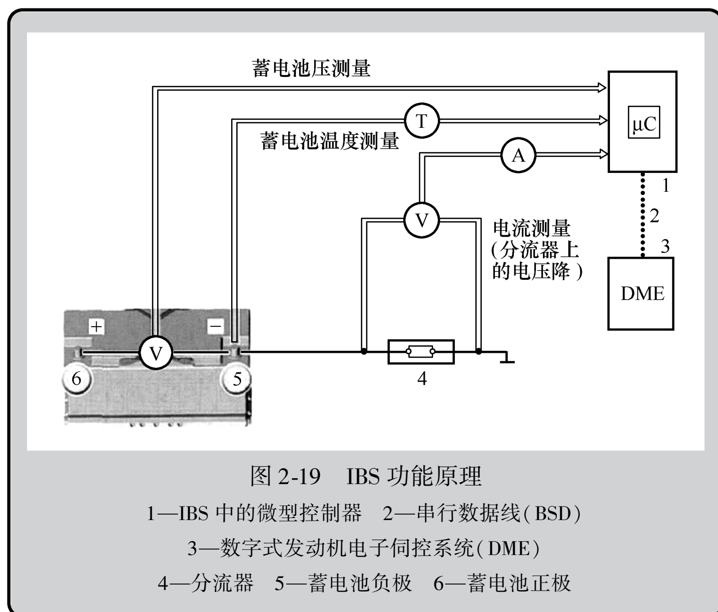


图2-19　IBS功能原理

1—IBS中的微型控制器　2—串行数据线(BSD)

3—数字式发动机电子伺控系统(DME)

4—分流器　5—蓄电池负极　6—蓄电池正极

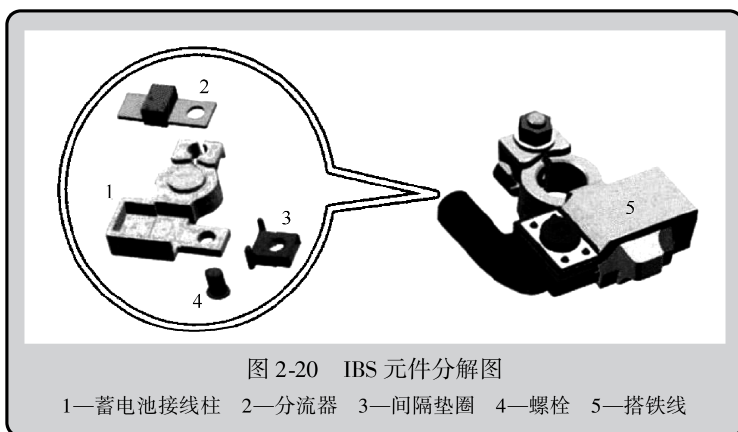


图2-20　IBS元件分解图

1—蓄电池接线柱　2—分流器　3—间隔垫圈　4—螺栓　5—搭铁线

3. IBS电子分析装置控制过程

(1) **获取测量数据**　IBS电子分析装置持续获取测量数据(图2-21)，并利用这些数据来计算电压、电流、温度等蓄电池指示参数。IBS通过BSD将这些蓄电池指示参数的数据传递到DME。为了计算蓄电池指示参数，还要同时对蓄电池的SoC进行测量计算。从发动机“关闭”到DME继电器断开这段时间内，IBS会从DME获得有关蓄电池SoC的信息。DME继电器断开后，IBS会继续观察蓄电池的SoC。

(2) **通过IBS保持充电状态平衡**　当车辆处于休眠状态时，IBS始终保持着蓄电池充电状态的平衡。每2h就会在IBS中存储当前的SoC。在存储器中专门保留了3个位置，在位置1进行首次记录，位置2和位置3每4h会被更新1次。从总线端K1.15“接通”起，DME就不断更新IBS中的蓄电池指示参数的数值。

(3) **休眠电流测量**　当车辆处于休眠状态时，IBS不断获取与蓄电池指示参数有关的数值。IBS程序设定为每40s测量1次休眠电流，通过每一次的重新测量来更新测量数值。IBS

测量时间约为 50ms，测量值会记录在 IBS 中的休眠电流频率图中。每次重新起动车辆时，DME 会读取该频率图。如果休眠电流错误，在 DME 中会存储相关的故障码。

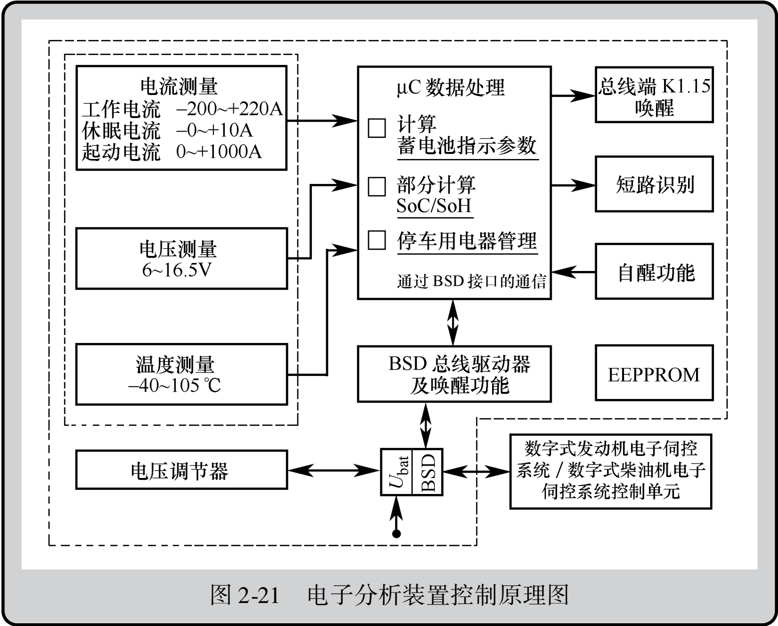


图 2-21 电子分析装置控制原理图

（4）**总线端 K1. 15 唤醒** DME 进入休眠模式之前，它会告知 IBS 目前可用的蓄电池 SoC。如果提供的 SoC 已经耗尽，IBS 会发出唤醒信号，DME 向 IBS 查询当前的蓄电池 SoC，如果 IBS 通知 DME 蓄电池 SoC 处于临界状态，然后 DME 会要求停车并关闭用电器，此时，DME 不再允许 IBS 唤醒车辆，车辆接下来重新进入休眠状态。只有车辆处于休眠状态时，唤醒功能才适用。



图 2-22 蓄电池导线截面

4. IBS 的维护

IBS 对机械负荷极为敏感，因此绝对不要往 IBS 上面放置重物。蓄电池搭铁线也用于 IBS 的散热，其截面如图 2-22 所示。当 IBS 损坏时，会在 DME 中存储故障码，DME 采用替代值并进入 IBS 紧急运行状态。IBS 处于紧急运行状态时发动机怠速转速会提高，以确保蓄电池充电。当 IBS 对搭铁短路时，车辆将不会被唤醒。如果 IBS 出现对正极短路，车辆将不能进入休眠模式。DME 和 IBS 软件必须相互配套，如有必要，在更新软件时必须更换 IBS。

▲2-19 如何正确维护搭铁线？

在机动车单线制电路中，**搭铁线**是构成回路的不可缺少的组成部分，**它将蓄电池的一个电极与车架、发动机与车架、驾驶室与车架等连接起来，使全车各用电设备与电源相连**，如图 2-23 所示为别克轿车车身搭铁点 G200。搭铁线的连接质量直接影响着全车用电设备的使

用效果，不少人常常忽视对搭铁线的检查维护。



图 2-23　别克轿车车身搭铁点 G200

由于搭铁线裸露在外，容易受车辆颠簸、泥水侵蚀及外溢的电解液腐蚀，常使搭铁线两端连接松动、氧化、锈蚀、污损，造成接触电阻增大，导电不良，影响电气设备正常工作，如图 2-24 所示为生锈的搭铁线。例如：若驾驶室与车架之间搭铁不良，会使各类照明灯、信号灯、仪表灯亮度不足，刮水器转速降低或转不动；若发动机与车架之间搭铁不良，则在起动时，起动机中的起动电流有可能通过调节器与发电机之间的搭铁线构成回路，将该搭铁线烧毁；若蓄电池与车架搭铁不良，则导致起动机工作无力或不能工作，同时全车各电器设备因工作电压下降(因蓄电池搭铁不良处产生电压下降)，导致工作失常或引发其他故障。



图 2-24　生锈的搭铁线

因此，我们在使用保养中应经常检查搭铁线有无松动，接头和搭铁处有无锈蚀、污物，并及时清除。对于搭铁线接头处的白色、黄色或绿色的糊状物(主要是硫酸铝、硫酸铁、硫酸铜等物)，可先用开水冲洗，擦干后用细砂纸打磨，并重新接好、拧紧，最后在接头处涂一层润滑脂进行保护；接头腐蚀严重、搭铁线长度不够时，应及时更换。

★2-20　如何诊断搭铁线的故障?

导线将蓄电池、熔断器、开关、用电设备、汽车金属壳体等部件连接成闭合回路，使得用电设备能够正常工作。但由于各种原因导致的不正常搭铁，要么用电设备不能构成闭合回路，要么引发火灾，危害极大。

现代汽车将蓄电池负极与车身的金属部分相连接，导线与车体相连称为搭铁，汽车上的负极导线被称为搭铁线。搭铁线在汽车电路中起着重要的作用，搭铁状态的好坏是汽车电器能否正常工作的关键。

由于汽车上有大量的金属壳体，理论上无需专用搭铁线，采用单电源线就能形成工作回路。但是，为了使重要系统工作更加可靠，在汽车电子控制单元(ECU)等装置上均设置了专用搭铁线。

搭铁有正常搭铁和非正常搭铁两种，在日常维修人员工作中，查找搭铁不良故障一般都要耗费大量时间。

1. 搭铁线的分类

(1) 主搭铁线　从理论上讲，**汽车金属外壳是汽车电路总的负极线**，即由蓄电池正极、熔断器、开关、工作装置、车体金属外壳、蓄电池负极构围成闭合回路，因而无须设置专用的负极搭铁线，即汽车上采用负极搭铁的单电源线制。

但是，**对于电子线路来说，很多是数字信号电路及高精度的模拟信号电路，如果搭铁线有接触不良的现象，就相当于在电路中串联了一个接触电阻，从而可能使高精度的信号值失真**。因此，只有非常良好的搭铁线才能达到使用要求。所以，在很多含有电子设备的线路中，人们有意识地加装了少量非常好的搭铁线(即主搭铁线)，并且在搭铁线的两端还使用了特殊形状的搭铁线连接端子、垫片和紧固螺钉，对部件的线路也给予特殊的考虑。

汽车上的主搭铁线是构成电路回路的一部分，而且绝大部分电器元件就靠仅有的1～2根主搭铁线来传递电流(图2-25)。**如果主搭铁线出现故障，将影响很多线路，而不只是一**

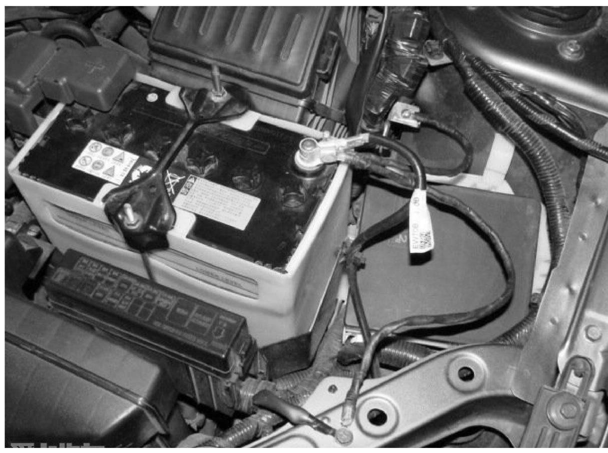


图2-25　汽车上的主搭铁线

条线路工作不正常。因此，维修人员在进行故障诊断时必须考虑主搭铁线故障，以免瞎猜乱测，或者无谓地更换一些价格昂贵的电器元件。

（2）备用搭铁线　备用搭铁线是指在已有主搭铁线的电路中设置的第 2 甚至第 3 条搭铁线。备用搭铁线是基于安全性能方面的考虑而设置的，最简单的例子是 ECU 控制电路(图 2-26)，其附加搭铁线不仅是备用搭铁线，而且还可以改善某些具有复杂电子电路部件的搭铁状况。也就是说，如果没有这条看似多余的备用搭铁线，系统虽然能勉强工作，但电路的性能会退化或者不稳定。



图 2-26　汽车发动机 ECU 上的搭铁线

（3）防静电搭铁线　静电既危害汽车上较精细的电子及无线电设备，也会危害驾驶人及乘员。因此，为了减小静电的危害，人们在汽车上加装了很多防静电搭铁导线来解决这一问题。常见的防静电搭铁导线主要安装在以下部位。

1）由于车轮会产生大量静电，因此有些汽车在燃料系统的周围加装了防静电搭铁线。这个部位的防静电搭铁线不易被发现，而一旦脱落很容易造成火灾，所以应特别注意。

2）由于乘员袖口附近、衣物及座椅等处都会产生静电，因此在底座内安装有防静电搭铁线。

3）由于加油时在燃油箱加油口处有大量的燃油蒸气，为了消散加油时积聚的电荷，在加油口处安装有防静电搭铁线。如果加油口处的防静电搭铁线损坏，应先装一条跨接线作为临时防静电搭铁线，且在防静电搭铁线装上之前不要将跨接线拆下。

2. 搭铁线故障的类型

断路就是电流的通路受阻，不能形成电流回路。根据实际工作中的情况，按电流的流通状态可以分为完全断路和电流通道受阻(主要是接触不良)两种状况。

（1）**搭铁线完全断路**　搭铁线完全断路包括导线断开、连接端子锈蚀、搭铁导线未与车身搭铁等几种情形。对于这类故障，其搭铁线失去作用，严重时可能导致电器不能工作或较明显的工作不良。在通常情况下，均可通过目视检查发现故障。如果目视检查不能发现故

障，可以通过测量电阻值的方法进行确诊。导线或端子与金属外壳间的电阻值为∞时，则为搭铁线路断路。

（2）**搭铁线导通不良**　搭铁线导通不良主要有导线断股、连接端子锈蚀、连接端子松动、基体件导电不良等几种情况。在通常情况下，都能通过目视检查发现上述故障。如果目视检查不能发现上述故障，可通过电阻值的测量查找故障部位。端子与金属外壳间的电阻值不为 0 或较小值，而是有一定的电阻，则为搭铁线路有导通不良现象。

★2-21　汽车电路搭铁不良具有哪些主要特征?

由电路搭铁不良引起的形形色色的汽车故障，大致具有以下几个特征。

1. 起动困难

在汽车起动系统电路中，包含有蓄电池负极与车架之间的搭铁线以及起动机磁场绕组接线柱搭铁，若这些部位接触不良，会明显影响发动机的起动性能。

由于起动机的起动电流高达 100A 以上，若**蓄电池的负极电缆搭铁不良，在搭铁处形成很大的接触电阻，导致电压降增加**。这一接触电阻与起动机电枢绕组串联并“分压”，起动时分配到电枢绕组上的电压降低，流到起动机的电流减小，所以起动机运转无力，不能产生足够大的电磁转矩带动发动机曲轴旋转，严重时导致电路不通而使起动机不能转动。如一辆富康 1.6L 电喷轿车，已经行驶 4 万 km，将点火开关转至起动档，起动机没有反应。将变速杆挂入 1 档，可以推车起动。检查蓄电池的电压，正常。拆下起动机试验，运转良好。最后发现是蓄电池的负极电缆搭铁处锈蚀。

2. 仪表指示反常

一辆奔驰轿车，驾驶人抱怨发动机的冷却液温度太高。经过检查，发现用故障诊断仪读出的发动机冷却液温度与冷却液温度表显示的冷却液温度相差 20℃。由于发动机 ECU 检测的冷却液温度数值与发动机的实际冷却液温度基本相符，因此怀疑冷却液温度表的传感器有问题，测量其电阻值，正常。检查其线路和搭铁，也无异常，更换冷却液温度表无济于事。最后，发现发动机的搭铁线与车身的连接处有腐蚀现象，将搭铁处用砂布打磨干净后，故障排除。

分析这一故障的形成原因，是由于冷却液温度表传感器的搭铁线接在发动机上，因此冷却液温度表反映的实际上是冷却液温度传感器与蓄电池负极之间的电阻值，由于发动机本身搭铁不良造成冷却液温度传感器的电势堆积，所以反映出来的电阻值比较高，导致冷却液温度表指示反常。

另外，若仪表板稳压器的搭铁不良，稳压器将不能正常工作，当输出电压和输入电压相等时，会出现冷却液温度表及燃油表同时指示最大刻度的现象。

3. 故障时有时无

一辆桑塔纳时代超人轿车，行驶中无规律熄火，熄火后有时能起动，有时不能起动，有时等待 0.5h 左右才能起动。连接油压表和 K81 解码器检查，发现当发动机突然熄火时油压表指示正常(250kPa)，同时 ECU 反映的蓄电池电压值突然跳动一下，于是怀疑系统搭铁不良。测量发动机壳体与蓄电池负极间的电位差为 0.02V，起动机运转时的电位差为 0.7V，可见起动时在搭铁处消耗了较大的电压，导致起动电流减小，因此发动机不能顺利起动。拆

开发动机壳体到车身左侧的搭铁线，发现搭铁处表面有几个锈斑。由于搭铁处接触状态不稳定，而且电阻较大，因此ECU在起动时因供电不足而无法实施正常控制。用砂布打磨搭铁处的锈斑后，故障排除。

4. 产生异常火花

一辆大切诺基越野车，更换新起动机以后，接通点火开关，只听到“嗒嗒”的电磁开关吸合声，起动机却不旋转。拆开起动机的防尘套并接通点火开关检查，在起动机拨叉处看到强烈的电火花。原来，起动机出厂时，其外部涂有一层防止锈蚀的保护油漆，正是这层较厚的油漆使起动机与发动机的结合处接触不实，即造成起动机搭铁不良。当把起动机前端与飞轮壳接触部位的黑油漆清除干净，使其露出金属表面后，故障排除。

另外，在摇车时，如果在手摇柄与保险杠之间出现火花，大多数是发动机与车架之间的搭铁铜线松动。这种情况往往发生在汽车大修(尤其是喷漆)后，主要原因是未清除搭铁处的防锈油漆以及搭铁处固定不牢靠引起的。

5. 加速时车辆前后窜动

一辆桑塔纳2000轿车，装备AFE 4缸电喷发动机，怠速正常。但是出现不定期的行驶无力，加速时车辆前后窜动的现象，在颠簸路面上情况更加严重。

用故障诊断仪检测，没有故障码显示。既然发动机怠速正常，说明进气管漏气的可能性不大。测量燃油系统压力，用钳子夹住回油管，再加速，发现燃油压力仍然偏低而且波动，说明不是燃油压力调节器的故障。考虑到故障在加速时及路面颠簸时出现，说明燃油泵泵油不连续，所以重点检查燃油系统电路各接头是否存在虚接现象。用万用表测量电动燃油泵的棕色线头与发动机机体之间的电阻为80kΩ，用手拉动一下线头，电阻值又变为0，说明故障是由电动燃油泵的搭铁线接触不实引起的，经过拧紧电动燃油泵搭铁线的紧固螺钉后，故障排除。

分析原因，在电动燃油泵搭铁线接触不牢靠的情况下，怠速时由于发动机运转比较平稳，机体的振动不很剧烈，搭铁线尚能与机体接触，所以怠速时电动燃油泵基本上能够正常工作。但是在加速状态下，或者路面颠簸时，发动机的振动加大，燃油泵搭铁线与机体的连接处于不稳定的状态，即出现虚接现象，导致燃油泵的端电压降低，进而使燃油压力下降。于是燃油泵有时工作正常有时工作不正常，最终导致车辆加速时前后窜动。

☆2-22 如何排查汽车电路搭铁不良？

1）起动机运转以后，若**蓄电池的搭铁线温度过高**，搭铁处用手触摸甚至有发烫的现象，说明蓄电池的搭铁线接触不良。

2）对于已经使用多年的老旧汽车，其搭铁部位都不同程度地存在氧化或者腐蚀(图2-27)。即使新车，由于在制造厂或经销商的露天停车场存放了很长时间，也容易发生搭铁不良的现象。可以在不带电的情况下**测量搭铁点的电阻值**，即用万用表的一根表棒可靠地连接搭铁线，另一根表棒与车身金属部分相连接，测量其间的电阻，若存在电阻，说明搭铁不良。

3）**采用模拟振动法检查**。对于有怀疑的部位，可以在垂直方向和水平方向轻轻摆动搭铁线，模拟汽车行驶时的振动状态，同时观察相关部件的反应，检查搭铁线是否有虚焊、松动、接触不良或者导线断裂等现象。如果挪动某一搭铁线时故障再现或者故障消失，说明搭铁不良的地方就在此处。

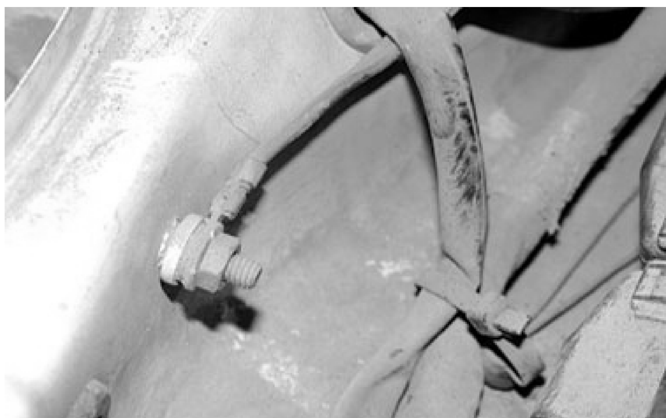


图 2-27　老旧汽车搭铁部位存在氧化或者腐蚀

4）**测量电压降**。在电路处于通电状态下，使用万用表测量搭铁点的电压降，其读数应当尽可能低(接近0)。具体方法是：起动发动机，使用万用表的直流电压档，将红表棒接触发电机的输出端(图2-28)，黑表棒接触发动机的机体，测出一个电压值；然后将红表棒接触发电机的输出端，黑表棒接触车架的金属部分，再测出一个电压值。正常情况下，这两个电压值应该是一致的。若前者数值大，后者数值小，相差0.5V以上，说明存在0.5V以上的电压降，它是由发动机机体与车架之间搭铁不良引起的。

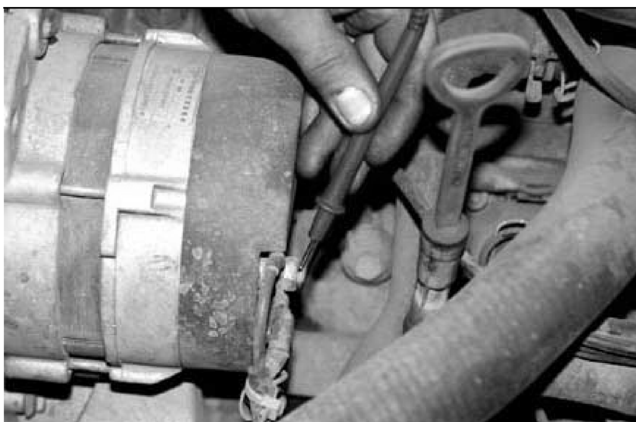


图 2-28　搭铁点电压降的测量

注意：检测某点的搭铁情况时，应该测量该点对电源正极的电压，尽量不要测量该点对电源负极的电阻，这是因为万用表本身具有一定的内阻，测量出的电阻值误差较大。

又如，一位驾驶人在去上班的路上，发动机好像有点抖动，没理会它，到单位后停车熄火，像平常一样关门顺手按门把手上的黑色钮锁车，结果车没反应，立即上车查看并起动汽

车，结果也没反应，再试几次还是如此，更糟糕的是大部分仪表灯甚至都不亮了，经验判断肯定是蓄电池没电了，正想着去更换蓄电池。

不妨进行简单测量，先用万用表来量一下点烟器上的电压，10.3V，果然电压不足，又打开发动机盖测量蓄电池柱上的正负极连线，还是10.3V，正当要绝望的时候，突然万用表闪过12.6V的数字，重新测量，结果发现只要是测量两个电极柱中间的，电压都是12.6V，而测量其他部位的都成了10.3V，如图2-29所示，立即用工具将正负极取下，发现正负极接头部位已经氧化生锈并有腐蚀屑(氧化层)，将锈迹和腐蚀屑清理干净重新接到蓄电池极柱上再测量，蓄电池两端电压变为12.6V，起动汽车，一点就着，发动机运转得非常平稳。原来问题出在电极夹生锈并被腐蚀造成电阻加大引起的(此车已使用3年多)。

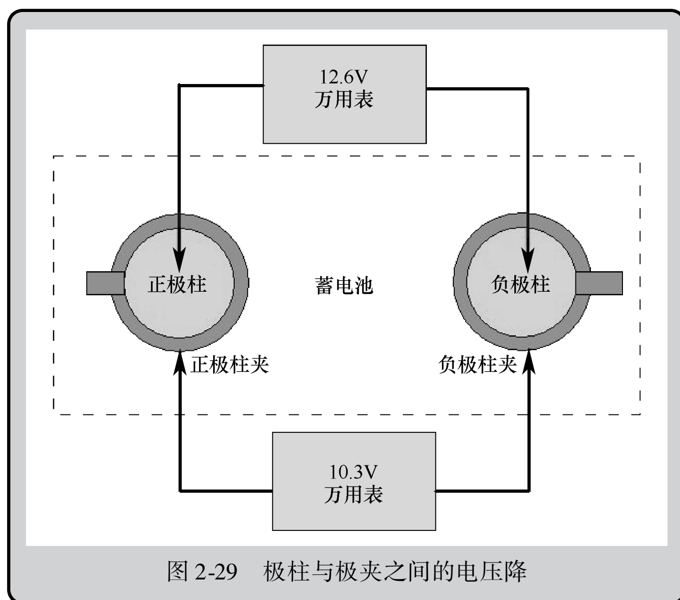


图2-29　极柱与极夹之间的电压降

5）**采用试灯检查**。在使用万用表检测电路尤其是电源线和搭铁线之后，最好用有负荷的试灯加以验证，这样可以避免“有电压无电流”的电气陷阱。

△2-23　防止电路搭铁不良的措施有哪些?

1）为了确保起动机有足够的电压和电流，可以**采用重复搭铁**的方式，如图2-30所示，即用一根粗搭铁线，一端连接在起动机附近的车架上，另一端连接在起动机下的固定螺柱上，目的是减小搭铁回路的电阻，防止因起动机的固定架、固定螺柱等处接触不良引起电压降增大。在维修中如果拆下了某根搭铁线，必须装复原位。

2）建议**不使用高压水枪冲洗汽车**，否则很容易在搭铁处形成氧化和腐蚀。

3）对于确认搭铁不良的部位，先用细砂布打磨，将油漆或锈蚀物**清理干净**(图2-31)，然后**涂上专用的导电胶，最后拧紧固定螺栓或者插好连接器**。

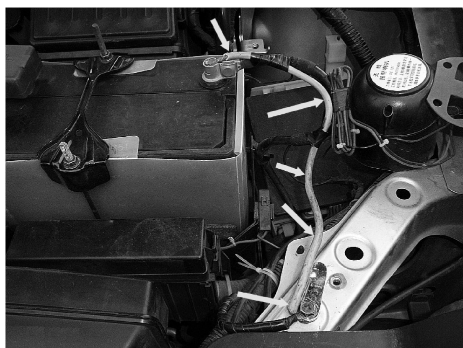

图 2-30　重复搭铁方式的连接


图 2-31　打磨掉搭铁线上的锈蚀物

☆2-24　如何诊断线路间不正常的搭铁故障?

线路间不正常搭铁故障包括用电设备至电源端线路不正常搭铁(电压搭铁)和用电设备至搭铁线路不正常搭铁两种。

1. 用电设备至电源端线路不正常搭铁

用电设备至电源端线路不正常搭铁是指在电动机、灯泡、电阻器、电磁线圈等用电器至蓄电池的线路不正常搭铁。出现在用电设备和电路控制开关之前的不正常搭铁如图 2-32 所示，出现在用电设备之前、电路控制开关之后的不正常搭铁如图 2-33 所示。

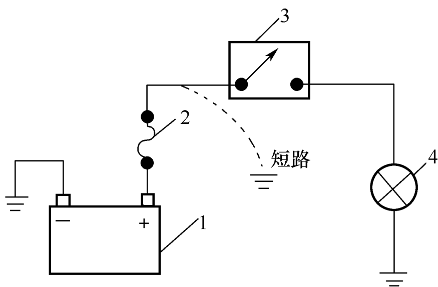


图 2-32　出现在用电设备和电路控制开关之前的不正常搭铁
1—蓄电池　2—熔断器　3—控制开关　4—灯泡

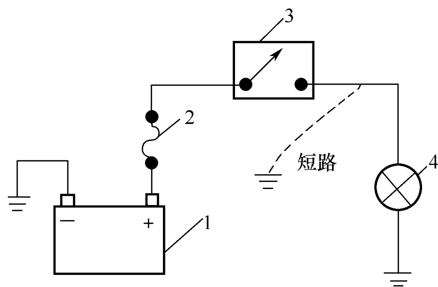


图 2-33　出现在用电设备之前、电路控制开关之后的不正常搭铁
1—蓄电池　2—熔断器　3—控制开关　4—灯泡

如果在熔断器和负载之前有不正常搭铁，即使开关是断开的，熔断器保护设备也会烧坏。如果不正常搭铁出现在电路开关之后、负载之前，熔断器只会在开关闭合时才会烧坏。用电设备之前的线路搭铁非常容易造成熔断器熔丝熔断、导线与端子发热甚至火灾，危害极大，必须立即排除。在未排除故障之前，不得重新装上新熔断器工作。

(1) 故障原因分析　用电设备电源方向线路的不正常搭铁通常是由于导线绝缘层损坏引起的。造成导线绝缘层损坏的原因有：① 在安装某些车身零件时，固定螺钉拧得太紧；② 安装品质差，导线太松，绝缘层内进入液体使其变质；③ 绝缘层与发动机灼热的零件

(如排气歧管)靠得太近而被烧损，或被车身金属的利刃割破，或与车身部件间摩擦磨损等。

(2)故障诊断方法　大多数损坏的部位较容易看见，但也并不是所有的损坏部位都能直接看见，因为有的损坏部位可能隐藏在车门内或内饰板后面。对于不易发现的不正常搭铁故障可用万用表进行电压、电阻测量，也可用试灯和专用蜂鸣器来检查。

如果是熔断器烧坏了，用试灯和电压表就不容易找到不正常搭铁故障。为了避免发生这种情况，可以安装一个循环断电器(即断开后能手动重新接通的熔断器)来代替原来的熔断器。为了安全起见，在检查前甚至可以用干电池来代替汽车上的12V蓄电池作为电源，因为出现不正常搭铁故障时通常会使熔断器熔丝熔断，而干电池不会使熔断器熔丝熔断等。

1)将万用表选择开关调到合适量程的电压档，将万用表的红表棒接到熔断器的负荷端，黑表棒接到车身搭铁部位，然后从熔断器座开始沿着线束移动手指，扭捏、抖动、摇晃线束(手每次移动的距离为10~20cm)，当手触到不正常搭铁部位时，万用表的读数会回到0位(或者接近于0位)。

2)用测试灯或蜂鸣器测试不正常搭铁故障，如图2-34所示，此时需串联一个循环断电器作为保护元件。测试灯和喇叭相当于在电路中增加了电阻，可通过拆除电路元件和接头来隔离不正常搭铁点，直至找到问题所在。如果不正常搭铁是间歇性的，采用这种方法很有效，可以每隔几厘米移动一下测量工具，直到测试灯点亮或喇叭鸣响，说明这里就是不正常搭铁的地方。或者将检测灯或蜂鸣器的一端接搭铁处，另一端在熔断器负载端子处，从熔断器座开始沿着线束移动手指，扭捏、抖动、摇晃线束，从灯泡不亮到灯泡点亮处(或蜂鸣器不响到鸣响处)即为不正常搭铁处。

3)用自带电源的电池测试灯、万用表(电阻档)用来检测线路不正常搭铁处，如图2-35所示。在连接电池测试灯前，应拆除烧坏的熔断器熔丝，将蓄电池和电路负载元件断开。如果线路存在不正常搭铁，测试灯会点亮，电阻表读数为0或为较小的电阻值。为了寻找不正常搭铁点，每隔几厘米移动一次测量工具(拉起导线或断开可以断开的导线)，直至测试灯熄灭，此处即为不正常搭铁处。

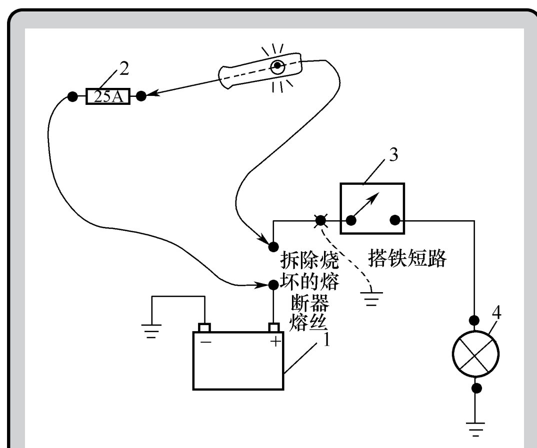


图2-34　用测试灯查找不正常搭铁故障

1—蓄电池　2—不正常搭铁开关

3—控制开关　4—灯泡

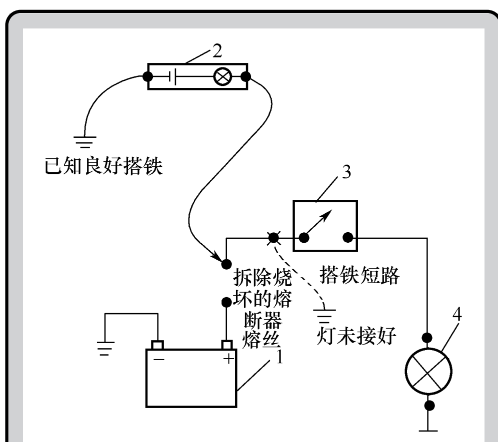


图2-35　用电池测试灯查找不正常搭铁故障

1—蓄电池　2—电阻表或电池测试灯

3—控制开关　4—灯泡

注意：当使用测试灯和电池测试灯时，不要靠近安全气囊电路和计算机控制电路，因为当电流通过测试灯时会损坏敏感电路。

4）在不接通电源的情况下，将万用表调到电阻档，黑表棒接搭铁处，红表棒在熔断器负载端子处。从熔断器座开始沿着线束移动手指，扭捏、抖动、摇晃线束，当电阻表的读数由 0 变到∞或较大数值时，即为不正常搭铁处。

5）如果线束的安装较隐蔽，用上述方法不能对不正常搭铁部位进行确定时，则必须拆下内饰件进行检查，很多汽车维修资料中都有汽车的布线图。采用图 2-36 所示的方法，可以帮助确定不正常搭铁位置是否在壁板后面或地毯下面等。对位于壁板后面的线束，只要认真检查，用不正常搭铁检测器就可找到与线束不正常搭铁非常接近的部位，从而避免为了接近线束而拆掉所有壁板。

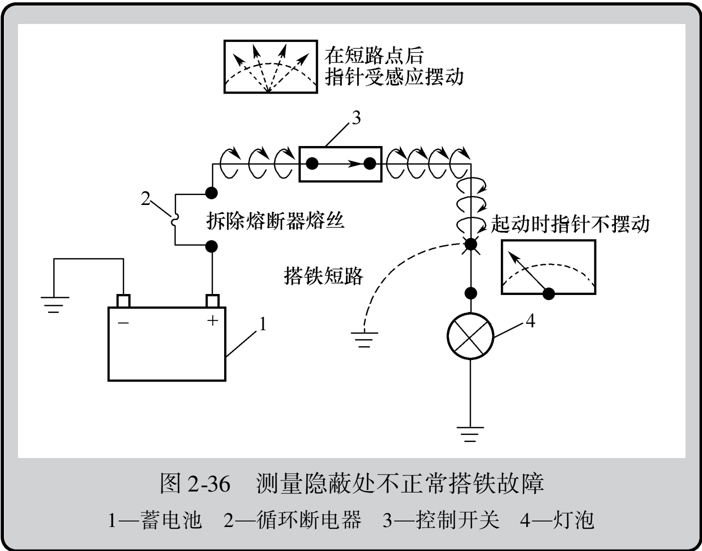


图 2-36　测量隐蔽处不正常搭铁故障

1—蓄电池　2—循环断电器　3—控制开关　4—灯泡

因为安装了一个循环断电器，当断电器闭合时，电流第一次通过电路时会在电线周围产生磁场。如果不正常搭铁使断路开关打开，该磁场就会消失。如果断电器自我重置，这种循环就会持续重复。将罗盘或量表放在电线上方，在磁场的作用下指针会快速摆动，直至静止在不正常搭铁的位置。在不正常搭铁点后面因没有电流通过，所以指针不会摆动。采用这种方法即使电线被车体覆盖也很有效。

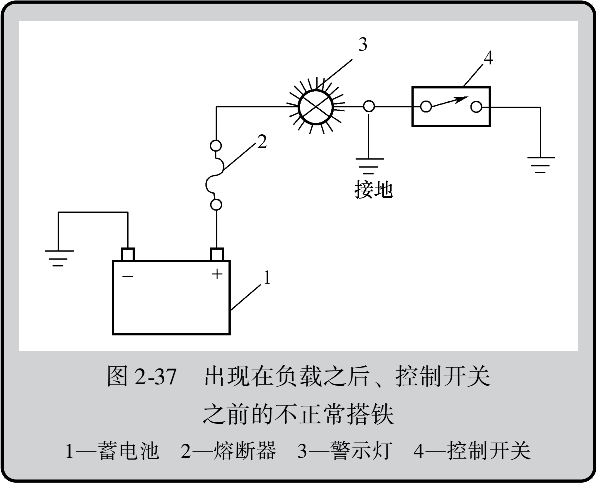


图 2-37　出现在负载之后、控制开关之前的不正常搭铁

1—蓄电池　2—熔断器　3—警示灯　4—控制开关

2. 用电设备之后线路不正常搭铁

如果不正常搭铁出现在负载之后、控制开关之前，如图 2-37 所示，那么电路一直仍有负载，这种类型的

不正常搭铁不会将熔断器熔丝烧坏，但会使蓄电池亏电。

在用电设备之后的线路中出现不正常搭铁时，其故障的诊断与检修比较麻烦。因为很多用电器都在搭铁端用开关控制，如果不正常搭铁点是在手动开关或其他控制开关之前，甚至是开关本身不正常搭铁，驾驶人将不能断开用电器。

用电器不能断开时，一般应从用电器开始进行诊断。先断开用电器的搭铁线路，如果线路断路（如灯泡熄灭或电动机停转），说明问题出在线路的搭铁端。然后可对照电路图沿着电路一次检查一个连接点，直到找到不正常搭铁处。可以用电阻表或电池检测灯等检查其是否为不正常搭铁，如果开关在断开位置电路仍然是导通的，则说明开关不正常搭铁，应予以更换。

在实际维修中，为了节约时间，特殊情况下可采用跨接布线法，即在可以确定哪根导线出了故障时，将这根导线两端断开，在两个相应端头间接一根新导线，将其敷设在配线的外面。但要注意，敷设的线路必须是在无保护的条件下能够避免损坏，这样做只是绕过了故障部位，而不是维修了这个部位。例如，车身螺钉穿透了配线，而且仍然在原来的位置上，很有可能其他线路也被损坏，不久就可能引起故障，所以必须根据情况决定是否进行更彻底的修理。

3. 汽车电路搭铁不良的危害

搭铁线虽然是汽车电气系统中一种不起眼的零件，但是它在电系中所起的作用却非同一般。就是这根小小的搭铁线，常常引发意想不到的故障，甚至导致汽车重大损坏事故。

凡是有用电设备的地方都有搭铁线。如果没有搭铁线，或者搭铁不良（电阻过大），将使电路断开，电气设备就无法工作。如果汽车出现以下现象：线束烧毁，同时不能起动；看到不正常火花；充电电流过小，起动机运转无力等故障时，应该首先对相关的搭铁线进行检查，这样往往能收到事半功倍的效果。

搭铁线接触不良是汽车电气起火的重要成因之一。**导线接触不良的实质，是线芯与接头之间、接头与电器之间接触面上存在杂质或氧化膜，致使接触电阻过大，当电流通过时局部温度升高，而高温又促使氧化膜增厚，如此互为因果引起的热量聚积，足以熔化导线及其绝缘层，从而引起电气起火。**如果接触处不严密而存在空隙，则电流通过时会伴随产生火花甚至电弧，局部温度相当高，引起电气起火的危险性更大。

▲2-25　电压降对汽车电器工作性能有哪些不良影响?

所谓电压降，是指电流流通时，在电阻两端形成的电位差。根据欧姆定律 $U = IR$，当电路的电流一定时，电压与电阻成正比，即在大阻值电阻上形成的电压降大，在小阻值电阻上形成的电压降小。**线路上电压降的产生，主要有导线固有的电阻（特别是线径过小时）和电路连接端（包括搭铁端）接触不良等两种原因。**在维修实践中，由于电路连接不实和搭铁不良引起的电压降比较常见。理想的搭铁端应该是零电位、零阻抗的平面物体。但是，由于搭铁端的特点和材料的物理性能不同，决定了没有理想的搭铁平面，所以在汽车电气系统中，线路上总是存在一定的电压降的。

一般来说，线路的电压降应当不超过电路电压的 3%。例如在 12V 电路中，最大电压降不能超过 0.36V，剩余的 97% 电压（11.64V）应该有效用于电器负载。

1. 造成起动机运转无力

电压降对汽车起动性能的影响最为明显。**在起动电路中，不但起动机本身会产生电压降，熔断器两端也会产生电压降。**若起动电路的电压降过大，流过起动机的工作电流必然减小，将造成起动机运转无力，甚至导致起动机不能转动，这样的例子不胜枚举。**起动电路电压降过大的典型表现是：起动机电磁绕组发出“咔嚓、咔嚓”的响声**，起动电路常出现电压降导致起动机运转无力的部位如图 2-38 所示。

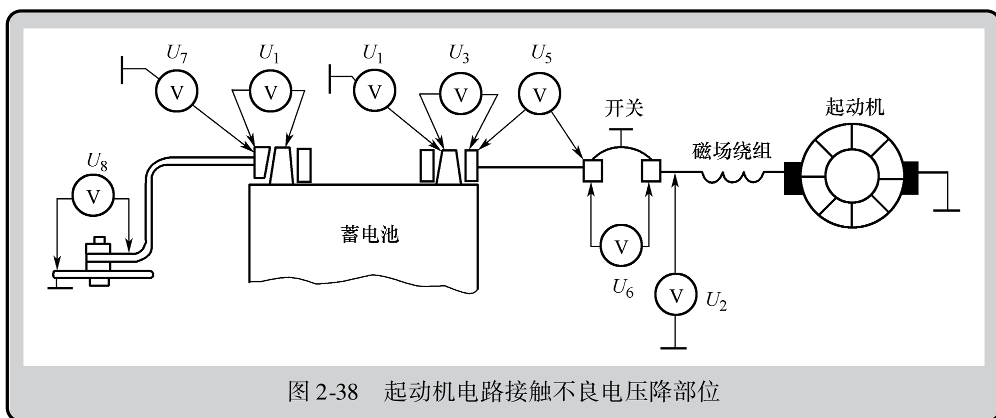


图 2-38 起动机电路接触不良电压降部位

2. 导致发动机动力不足

一辆丰田凯美瑞轿车，出现发动机动力不足，加速有时“回火”的故障。检查燃油系统压力和进气歧管真空度，都在正常范围内。用点火正时灯检查，点火时刻准确。用示波器检查点火波形，各缸都正常。再用示波器检查喷油器的波形，发现喷油器在工作中出现了 5V 的电压降。这说明在喷油器的供电电路中可能存在虚接现象，致使流过喷油器电磁阀线圈的电流减小，磁力下降，喷油器针阀打开的速度变慢，喷油量减少，因而导致发动机动力不足和加速时“回火”。对喷油器供电电路的虚接部位进行修理之后，故障被排除。

3. 造成仪表指示失常

一辆哈飞民意汽车，驾驶人反映冷却液温度过高，冷却液温度显示在 8 ~ 10 格跳动。测量发动机的实际冷却液温度为 80℃，说明冷却液温度显示“假高”。检查冷却系统，无漏液，风扇传动带的张紧度和风扇运转均正常。测量冷却液温度传感器的电阻和电压都正常，检查节温器和水泵也正常。清洗了散热器，更换了气缸垫及组合仪表(怀疑仪表内的 CPU 损坏)，都未解决问题。无意中接通前照灯，发现冷却液温度的显示一下子增加了 3 格，迅速达到顶点(冷却液温度显示应该一格一格递增)，于是检查各搭铁线，最后发现蓄电池负极至车架的搭铁线结合面锈蚀，固定螺栓已经松动。经过除锈处理并紧固螺栓后试车，冷却液温度表指示在 5 ~ 7 格变动，故障彻底排除。

由于搭铁线松动，加上汽车运行中的振动，使在搭铁点处形成的电压降飘忽不定，有时还会引起汽车低速行驶时发动机冷却液温度显示低，高速行驶时发动机冷却液温度显示高的怪现象。

4. 导致数据通信中断

引起汽车串行数据传输故障的常见原因之一是电路接触不良。目前有越来越多的轿车电子控制系统采用 CAN 数据总线交换信息，如果因为电压降过大引起工作电压低于 10. 5V，会造成一些对工作电压敏感的控制模块暂时停止工作，使整个汽车的多路信息传输系统出现

短暂无法通信的现象，例如发动机 ECU 或防盗控制模块瞬间从车载网络系统中退出，使发动机 ECU 与防盗控制模块之间的通信中断，随之记录防盗系统触发的故障码，并且表现出与防盗系统锁死相似的故障现象，而真正的故障原因却是线路接触不良引起的电压降。

☆2-26　如何检测线路的电压降?

1）**通过感官检查**。若使用仪器测量电缆的电压降比较麻烦，可以用手触摸电缆(包括接头)，感觉哪部分发烫，这个发烫的部位就是电阻过大之处。例如起动发动机时，检查搭铁线是否温度过高，搭铁处是否有烧热的迹象。

2）**摇车起动发动机检查**。如果在手摇柄与保险杠之间出现火花，大多数为发动机与车架之间的搭铁铜线接触不良。这种情况往往发生在汽车大修之后，可能原因是搭铁处未刮净防锈油漆所引起。

3）**采用“模拟振动法”检查**。对于怀疑接触不良的部位，如图 2-39 所示，可以在垂直方向和水平方向轻轻摆动线束，模拟汽车运行时的振动状态，同时观察相关部件的反应，如果挪动某一导线时故障再现或故障消失，说明该导线连接点存在虚焊、松动、接触不良或导线断裂现象。

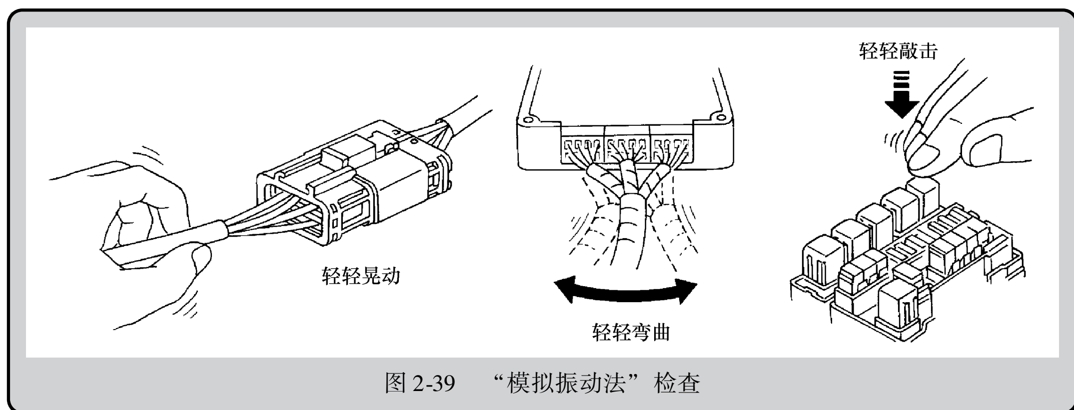


图 2-39　“模拟振动法”检查

4）**使用万用表测量**。选择万用表的直流电压档，起动发动机，将红表棒接触发电机的输出端，黑表棒接触发动机的机体，测出一个电压值；然后将红表棒接触发电机的输出端，黑表棒接触车架，再测出一个电压值。在正常情况下，这两个电压值应该是一致的。若前者数值大，后者数值小，相差 0.5V 以上，说明在发动机机体与车架之间存在 0.5V 以上的电压降，它是由发动机机体搭铁不良引起的。

也可以使用万用表的直流电压档检查起动机外壳的搭铁状况：起动发动机，用万用表的红表棒接触起动机的外壳，黑表棒接触蓄电池的负极柱，如果测得的电压降超过 0.3V，说明起动机的外壳搭铁不良。

测量蓄电池电缆电压降的方法：使用万用表的直流电压档，红表棒与正极电缆的起动机端相接触，黑表棒与正极电缆的蓄电池端相接触，起动发动机，表上的读数就是该电缆的电压降，其值应不超过 0.2V。如果超过 0.2V，说明电缆的电阻过大，应当更换。起动电路电压降的检测部位及相应电压降如图 2-40 所示。

5）**采用测试灯进行动态检测**。使用万用表测量电压和电阻虽然比较简便，但是这样的检测只是静态的，可能无法准确地判定故障。比较理想的方法是在用万用表测量之后再用有负荷的 LED 测试灯加以验证。若测试灯发暗（发光很弱），说明是“虚电”现象，该电路存在电压降，这样可以避免因“有电压无电流”而影响检测进程。例如检测点火线圈的供电，有时用万用表静态测量其电压，能够达到蓄电池的电压值，但是在汽车运行时由于电气负荷增大，点火线圈可能无法达到正常的电压。其中原因之一就是由于线路接触不良，导致接触电阻增大，引起了电压降。因此，最好用**测试灯进行有负荷测试，如果线路的接触电阻很大，测试灯的亮度会下降**，总之用测试灯进行动态测量更加有效。

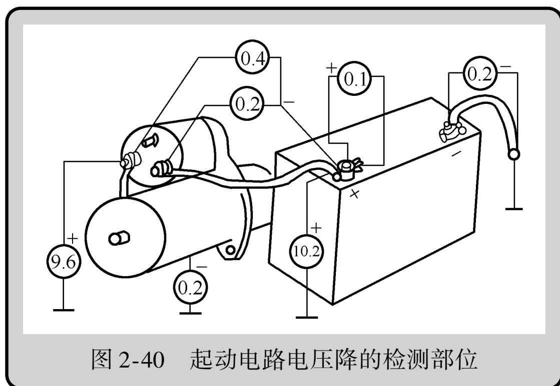


图 2-40　起动电路电压降的检测部位

如果对什么地方可以使用测试灯，或者对测试灯灯泡的功率没有把握，也可以不使用测试灯，改为在不断开车上用电器连接器的情况下测量供电电压，这种不断开负荷的测量方法有助于准确判断故障原因。

6）**采用示波器检测**。这种方法最科学。一般来说，搭铁线上的电压降最大不能超过 0.2V，如果搭铁线上的电压降过大，有可能导致 ECU 控制异常。

▲2-27　减小线路电压降有哪些措施？

1）为了确保线路各连接处、搭铁处可靠接触，可以用细砂布打磨连接部位，将锈蚀物清理干净，然后涂上专用的导电胶，最后拧紧固定螺栓。

2）电器各连接器一定要连接到位，然后使用锁紧装置锁紧。

3）不要使用高压水枪洗车（图 2-41），特别是对电子元器件，否则很容易在连接处积水而形成腐蚀。


图 2-41　高压水枪洗车

4）**为了确保起动机有足够的工作电压和电流，可以采用重复搭铁的方式**，即另外用一根比较粗的电缆，一端接在起动机附近的车架上，另一端接在起动机下的固定螺栓上，目的是减小起动电路的电阻，防止因搭铁不良引起电压降增大而降低起动电流。**如果在维修中拆下了这根搭铁线，要注意予以装复。**

5）尽量使用较短的导线连接电路，每根连接导线的电阻值应控制在 0.5Ω 以下。

6）起动机和大多数发电机都是依靠安装件（例如安装架、固定螺栓等）来组成搭铁回路

的，因此在检查交流发电机传动带的张紧度或更换起动机零件时，务必保持安装件的可靠连接。如果装配部件松动，会在松动处产生电压降，发电机将不能向其他用电设备提供满负荷输出，起动机可能无法起动发动机。

7）对于因暴雨进水(图2-42)及因其他情况导致车内进水的汽车，要特别注意检查各电器连接器是否进水和氧化。如果连接器已经变色，应当用除锈剂和无水酒精加以清洗，然后用电吹风吹干，再连接牢靠以尽量减小接触电阻和电压降，严重者需更换全车线。



图2-42　因暴雨致车内进水

▲2-28　蓄电池亏电对汽车性能有哪些影响?

电控汽车的车载网络系统相当于一个高度智能化的计算机系统，它由大量的传感器、执行器、ECU及连接器等组成，它们之间传递的是数字信号或高精度的模拟信号，这些电子控制器件对电压和电流特别敏感，若汽车蓄电池亏电，会对汽车的各项性能及其故障检测造成非常严重的影响。

（1）**造成发动机怠速不稳**　对于装用怠速控制阀的发动机，在闭环控制状态下蓄电池亏电，会引起怠速偏离设定值，使发动机怠速不稳定。这是由于在蓄电池电压过低的情况下，发动机ECU的怠速学习值容易丢失的缘故。此时需要进行节气门组件与发动机ECU之间的匹配，操作起来比较麻烦。

（2）**减少实际喷油量**　由于喷油器针阀的机械惯性、电磁线圈的磁滞性及磁路效率的影响，任何喷油器从电脉冲施加给电磁线圈到针阀开启都需要一个“开阀时间”（图2-43），它是不喷射燃油的无效时间，这一时间的长短受流过喷油

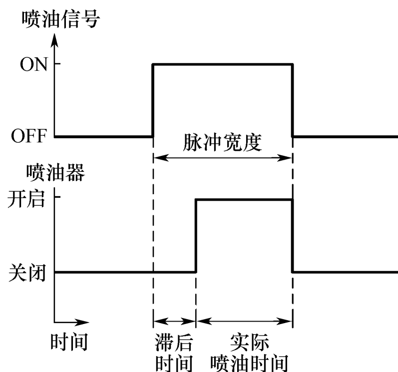


图2-43　喷油器喷油的滞后时间

器电磁线圈电流大小的影响。因此喷油器针阀实际打开的时间要比 ECU 控制喷油器通电的时间晚，这意味着针阀打开的延续时间比 ECU 计算的时间短，致使喷油量不足。蓄电池的电压越低，这种滞后的时间越长，对喷油时的影响就越大。

（3）**削弱点火能量**　这是由于电源的电压越低，点火线圈蓄能的时间越长，点火器闭合的时间相对较短，如图 2-44 所示。

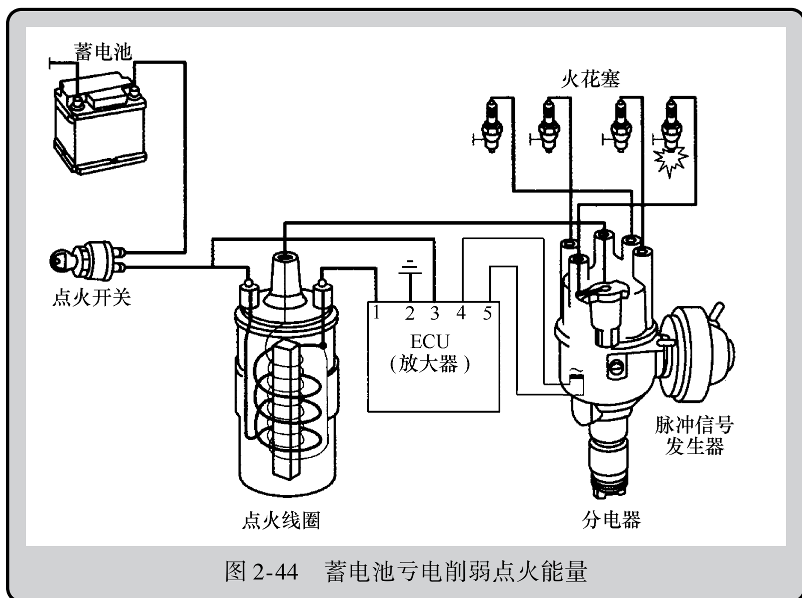


图 2-44　蓄电池亏电削弱点火能量

（4）**造成电子防盗系统失灵**　其现象是：用遥控器发出解除防盗信号时，轿车没有正常的反应，车门不能打开，汽车无法起动。这种现象在冬季的早晨时有发生，这是由于在低温条件下蓄电池容量不能达到电子防盗系统接收器的起动电压引起的。

（5）**导致音响系统锁死**　例如宝马车系的电子音响系统具有防盗功能，如果音响电源电压低于 5V，音响系统将被锁死，显示屏上会出现“防盗”字样。当电源电压恢复正常后，再要开机，必须输入原先设定的密码，否则音响系统不能激活。如图 2-45 所示为福特嘉年华音响（TB-9121）被锁死的指示，屏幕总是在两图间交替闪烁，其解锁的方法把点火开关打开（只要能开音响就行），把音响打开 1h（就让它闪），什么也别动，1h 后就自动转换为 4 个零，依次按下面的数字键开始输密码，再按快进键就可以解锁。

（6）**使自动变速器不能进入超速档，或者 P 位锁止功能无法解除**　另外，还将造成 ABS 系统不能进入工作状态，巡航控制系统无法正常工作。

（7）**导致电控单元控制混乱，给故障检测造成麻烦**　目前越来越多的轿车电子控制系统采用 CAN 数据总线交换信息，而且它们之间传递的是数字信号或高精度的模拟信号。CAN 数据总线对电压特别敏感，如果工作电压低于 10.5V，会造成某些对工作电压要求高的控制模块暂时停止工作，使汽车的多路信息传输系统出现短暂无法通信的现象。例如发动机 ECU 或者防盗控制模块瞬间从车载网络系统中退出，使发动机 ECU 与防盗控制模块之间的通信中断，随之记录防盗系统激活的故障码，并且表现出与防盗系统锁死相同的故障现象，往往使故障诊断陷入困境。



图 2-45　福特嘉年华音响(TB-9121)被锁死的指示

(8) **造成底盘部分性能受影响**　包括自动变速器不能进入超速档、P 位锁止功能无法解除、ABS 不能进入工作状态、巡航控制系统无法正常工作以及安全气囊指示灯一直点亮。

总之，蓄电池亏电对于电控汽车性能的影响是全方位的，而且是比较隐蔽的。

★2-29　应采取哪些技术措施应对蓄电池亏电?

(1) **在检测前要确认蓄电池的存电量是否充足**　在电控汽车的故障诊断中，有时出现这样的现象：用电脑故障诊断仪查看数据流，只能观察到怠速状态下的数据流，发动机稍一加速，故障诊断仪就与车上的 ECU 失去通信，数据流也随之消失。既然在静态下(点火开关处于 ON 位而不起动发动机)用故障诊断仪能够进入数据流读取界面，而起动发动机后故障诊断仪回到了初始界面(退出了检测状态)，说明车上的 ECU 及通信线路没有问题，是蓄电池亏电的缘故，因为故障诊断仪本身也是一台微机，它的正常工作也需要稳定的电源供应。由于起动发动机时消耗了大量的蓄电池电能，造成蓄电池电压暂时下降，才导致故障诊断仪在发动机起动瞬间回到了初始界面。因此，在检测电控系统前应当使蓄电池充足电，以保证故障诊断顺利进行。

在电控汽车上，一般有这样几条电源线进入 ECU，一条是**常接电源，即接蓄电池正极的电源线**(如大众车系电路图中的 30 号线)，它不经过点火开关，始终向 ECU 的存储器提供电能，使 ECU 得以保存发动机在运转过程中的自学习适应值及故障信息；另外一条电源线**经过点火开关(如大众车系中的 15 号线)，向 ECU 提供平常实际使用的电源电压**，在故障检测时应当注意这一问题。

(2) **检查电气系统的“睡眠模式”是否起作用**　在电控汽车上，数字式石英钟、电子调谐式收放机及 ECU 存储器等在点火开关处于 OFF 位及所有电器开关关断的情况下，会使蓄电池有少量的电流流出。静态下检测蓄电池放电电流的方法是：首先关断车上所有的用电设备，将点火开关转至 OFF 位，拆下蓄电池的负极线，把万用表的正表棒接触拆掉的负极线，负表棒接触蓄电池负极极桩，然后观察万用表的指针，若略有摆动，说明车上的电子钟等小功率用电设备在耗电。

所谓“睡眠模式”，是指在发动机熄火一段时间后，汽车进入一种用电量非常小的状态

(低能耗模式)，静态下的放电电流为 0.03～0.05A。若静态下蓄电池的放电电流过大，说明电控汽车的“睡眠模式”失效。

（3）**经常保持充电系统正常工作**　如果断开车身上所有的电器开关，蓄电池电压为 13.6～13.7V；接通前照灯打开空调系统后，蓄电池电压降为 12.4～12.5V，或者仪表板上的充电指示灯常亮不灭，说明蓄电池的电压过低，应当检查充电系统是否有问题，其检查顺序是：熔断器→电压调节器→相关线束→发电机，主要检查发电机是否不发电、电压调节器调整的电压是否过低、充电线路是否接触不良或断路等。

（4）**减小蓄电池电能的无谓损耗**　其措施如下：

1）**发动机熄火后不要让点火钥匙长时间停留在 ON 位**(图 2-46)。因为在点火开关接通的情况下，蓄电池将持续向发电机的磁场绕组和电压调节器放电。这样不仅白白消耗蓄电池的电能，时间长了还会烧毁发电机的磁场绕组。另外，电压调节器必须受点火开关的控制，否则在发动机停转期间，电压调节器中控制磁场电流的大功率管将始终导通，使该功率管的工作负荷接近最大，不但会使电压调节器的使用寿命大大缩短，而且导致蓄电池亏电。

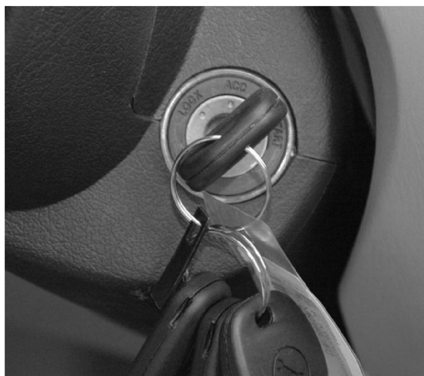




图 2-46　点火开关的 ON 位置

2）消除外电路的短路和漏电故障。

3）减少蓄电池的自放电。

4）作业完成后，不要忘记关断汽车上所有用电器的开关。

5）必要时对电控系统进行匹配。在对亏电的蓄电池维修以后，需要对汽车的电子控制系统重新进行设定，这些设定包括：怠速设定、节气门的设定、加速踏板的设定、电子防盗器的匹配等。蓄电池亏电以后的匹配，其实并不是针对实质性故障，而是一种标准操作程序。

6）尽量避免汽车非正常断电，蓄电池非正常断电会产生与蓄电池亏电类似的故障现象。

△2-30　汽车上如何减少电磁波的干扰?

在汽车上，发电机和点火线圈是两大电磁波发生源。随着发电机转速的提高，火花塞和

喷油器电磁阀接通和断开电流速率的加快，所产生的高频电磁波干扰明显增加。实际上，不仅产生电火花的地方(例如电弧焊、触点或者电刷)会发出电磁波，当电器绕组中的电动势发生变化时，也会产生电磁波。

检查是否存在电磁波干扰的简便方法如下：拆下发电机的电枢绕组线和磁场绕组线，起动发动机，如果原来的故障现象消失或者减轻，说明确实存在电磁波干扰；如果故障现象依旧，说明该故障不是由电磁波干扰引起的。

电磁波是一种客观存在的、非常微妙的物质形式。电磁波能够干扰发动机电脑信号的接收和发送。在汽车电子控制系统中，曲轴转速传感器、凸轮轴转速传感器、轮速传感器等磁敏性传感器抵抗电磁波干扰的能力较差(尤其是在低转速时)，因此在使用和维修中，应设法将电磁波对汽车工作性能的不良影响减到最低程度。

减少电磁波干扰主要应从两方面入手，**一是各种电气设备要尽量抑制和衰减自身产生的电磁波；二是要采取必要的屏蔽措施，减少电磁波对其他电气设备，尤其是控制系统元件工作性能的不良影响。**

1. 发电机、点火线圈损坏后应及时更换

有一辆桑塔纳轿车，在怠速状态下急踩加速踏板，转速达到 900r/min 左右时机油报警灯闪烁，转速在 1500r/min 以上时机油报警灯不闪烁，慢加速则一切正常，机油报警灯在仪表中的位置如图 2-47 中 3 所示。更换了机油泵、仪表总成、点火模块、分电器、高压线等，都未能排除故障。



图 2-47 桑塔纳轿车的仪表灯和指示灯

1—燃油存量指示灯 2—冷却液温度/冷却液液位指示灯 3—机油压力报警灯 4—安全气囊系统指示灯 5—制动系统报警灯 6—充电指示灯 7—防抱死制动系统(ABS)指示灯 8—后风窗及车外后视镜加热指示灯 9—驾驶人安全带未系警告灯 10—行李箱盖未关闭指示灯 11—电子防盗装置指示灯 12—远光灯指示灯 13—电子节气门指示灯 14—转向指示灯 15—发动机故障灯

测量机油压力，正常；检查高、低压开关电压，也正常。用万用表测量蓄电池的电压，怠速时为 13.9V，急加速时为∞，同时机油报警灯开始闪烁，但检查所有的搭铁线均未见断路。后来，发现了一个意外的情况，当万用表在靠近点火线圈的位置测量时，万用表的读数严重紊乱。怀疑是电磁波干扰的结果，于是拆掉发电机线束和带轮试验(消除发电机产生的

电磁波)，故障依旧。最后更换了点火线圈，故障才彻底排除。

这例故障就是由于在急加速时，损坏的点火线圈产生的自感电动势急剧增大，其紊乱的电磁波使位于仪表内部的集成电路信号失常，从而使机油报警灯点亮；当用万用表测量电压时，点火线圈产生的电磁波造成万用表内部的集成电路工作失常，所以无法读数。因此，当点火线圈损坏以后必须及时更换，以免对电子仪表产生干扰。

2. 应使用合格的点火导线

点火导线必须使用高阻尼线，其他输入引线要有良好的屏蔽。高阻尼线与普通铜芯点火线相比，其特点是可以抑制和衰减点火系统产生的电磁波。若高阻尼线中的石墨或碳精芯折断，或者绝缘体漏电，在高压电击穿跳火时，所产生的电磁波将对爆燃传感器等产生较大的影响。

某辆警车装备了收录机和警报装置。由于原来的分缸线出了故障，遂在一修理厂更换了分缸线。车修好后，在行车途中发现警报装置乱叫，收录机也发出间断的异响。熄火后试验，音响又正常了。检查电路没有发现问题，更换蓄电池也无效。最后，将另外一辆警车上的分缸线换上来试验，结果一切正常了。原来，警车上损坏的是碳芯阻尼点火线，而新更换的是铜芯分缸线。由于使用了这种阻尼小的铜芯分缸线，点火系统发出的高频电磁波对音响和警报装置产生了干扰，所以会出现以上故障现象。

3. 车上不要装备大功率无线电系统

当汽车上需要装备移动式无线电系统(包括收录机、电视机等)时，其功率不能太大，若安装使用10W以上的无线电发射装置，容易产生相互干扰。同时，在安装无线电天线时应当注意，应尽量将天线远离ECU安装，天线的调整装置应距离ECU的导线20cm以上，绝不能将两者的导线缠绕在一起。另外，汽车音响主机的搭铁点不要靠近ECU，否则容易使ECU产生噪声，影响ECU的正常工作。

还有很重要的一点，就是在驾驶时不应使用移动电话，因为这样做一方面分散注意力，妨碍驾驶操作；另一方面大功率的移动电话会产生很强的电磁波干扰，容易引起电子控制装置发出错误指令，并有可能使安全气囊意外张开。

4. 进行电焊之前应切断电控单元电源

电弧是一种频谱比较宽的电磁波发射源，而且强度很高。如果在控制单元附近进行电焊，而控制单元又正在工作，轻则会使控制程序不能正常进行，重则会损坏控制单元。因此，在车上进行电弧焊之前，必须切断控制单元的电源，最好把控制单元从车上卸下来，待电焊完成后再装复。

5. 不要随意添加未经厂家推荐的电气设备

例如，不能在霍尔式无触点电子点火装置的点火线圈初级接线柱上，加装电容式无线电干扰抑制器。这是因为整车电子控制系统的基本设置已经确定，后添加的电气设备不可能匹配得恰到好处，而一旦匹配不当，或者屏蔽功能不强，所产生的电磁波就会严重影响电子控制系统的工作，进而引发种种“怪病”。

应该注意的是，有的偷车贼采用发射干扰的方式，在驾驶人开关车门的过程中发射干扰电磁波，使车辆正常的开关锁受到影响，使遥控系统不能发现钥匙(图2-48)，从而达到偷车的目的。



图 2-48 汽车防盗系统被电磁波干扰的情况

△2-31 如何正确使用和维护蓄电池？

根据多年维修实践经验认为，蓄电池在使用中应做到“三勤”、“三防”和“三正确”。

“三勤”是：一是**勤充电**。放完电的蓄电池应在 24h 内送充电间充电；停驶汽车的蓄电池必须每月补充充电一次；装在车上使用的蓄电池(免维护蓄电池除外)，必须每两个月从车上拆下来进行一次补充充电。二是**勤检查**。使用中应经常检查电解液液面高度和放电程度。如果发现电解液液面很低，应及时补充蒸馏水。向电解液中加注蒸馏水后，一般要起动发动机运转几分钟，使电解液混合均匀(在天气较冷时更应注意这一点,以防新加注的蒸馏水结冰)。带电解液存放的蓄电池，每隔半年到一年，须进行一次技术检查(图 2-49)。三是**勤保养**。蓄电池的表面必须擦拭干净，应清除极柱上的杂质，保持加液孔盖上的通气孔清洁和畅通(图 2-50)。

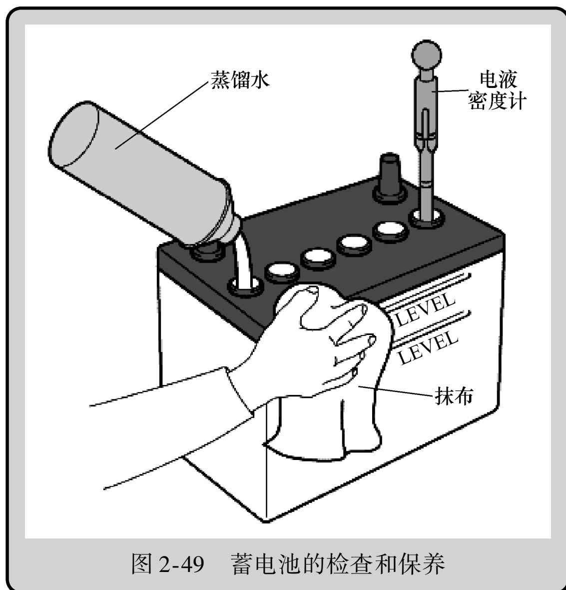


图 2-49 蓄电池的检查和保养

“三防”是：一是**防振**。拆装、搬运蓄电池时应轻抬轻放；在车上应紧固牢靠。二是**防长时间大电流放电**。在安装、拆卸蓄电池时严防短路。三是**防杂质**。防止金属等杂质落入蓄电池内部，以免造成极板短路，缩短蓄电池使用寿命。

“三正确”是：一是**正确使用起动机**。每次使用起动机的时间不超过 5s，2 次起动应

间隔15s以上；若连续3次起动不了发动机，则应查明原因，排除故障。低温条件下，蓄电池的起动性能将下降，因此应经常使蓄电池保持在充足电的状态，或使发动机预热。二是**正确拆装蓄电池**。由车上拆下蓄电池时，应首先拆除搭铁线，然后拆除电源线，用布将电源线接头包好后，再拆除蓄电池压板，从架中取下蓄电池。装复的顺序与之相反，注意正、负极不要接反。蓄电池极柱和接线夹头接触面要清洁，连接要可靠，装好后应涂一层润滑脂。无论是拆还是装蓄电池，都不要敲打、硬撬，应选用适合的扳手进行。在拆装蓄电池时，要防止电解液洒出，以免烧伤皮肤和腐蚀其他部件。三是**正确加注蒸馏水**。应使用瓷器或玻璃容器加注蒸馏水。不要用自来水、井水或矿泉水代替蒸馏水往蓄电池中加注。

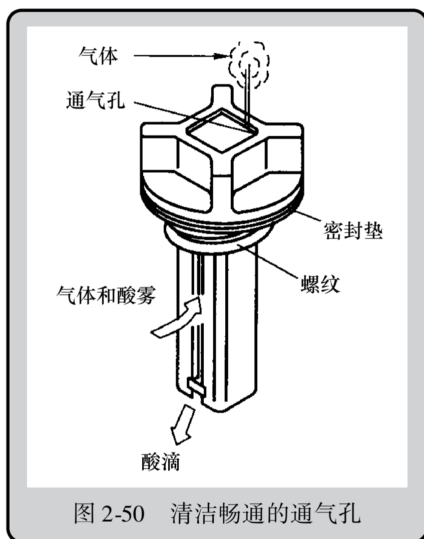
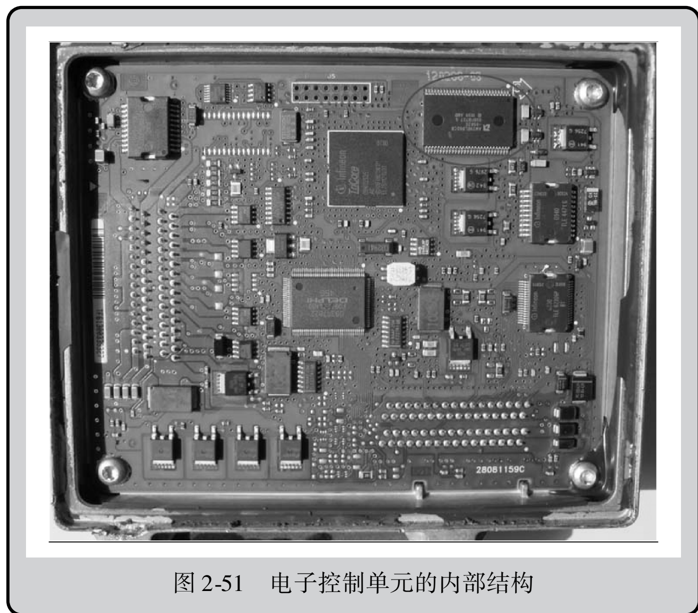


图2-50　清洁畅通的通气孔

▲2-32　如何对电控汽车蓄电池进行正确使用与维护?

电控汽车上存在多个电控单元(ECU)，它们对电源供电质量的要求比一般用电设备高得多，严格得多。交流发电机输出的电能不能完全满足ECU工作的需要，而蓄电池在这里起到了独特的作用。蓄电池作为汽车电气系统最大的储能器，在发动机运转过程中吸收了电气系统内各种感性和阻性的波动电压，起着平抑电压的作用。

在电控系统中，存在着这样几个基本事实：一是电子控制单元(ECU)大量采用二极管、晶体管(图2-51)，这些半导体元器件生性娇嫩，对感应峰值电压的耐受程度有限，不能承


图2-51　电子控制单元的内部结构

受高电压和大电流；二是不少控制电路设计使用 5V 左右的低工作电压；三是当电路突然断开时，会在绕组中产生极高的瞬间自感电动势。由于电控元器件对电压、静电非常敏感，同时价格昂贵，所以在电控汽车的使用、维修过程中必须格外小心，防止蓄电池的全部电压或瞬间自感电动势施加在 ECU、传感器和执行器上而造成严重损坏。

1. 不能随便拆卸蓄电池的电缆线

蓄电池必须与发电机、车体连接良好，一旦蓄电池突然脱开，整个电气系统无法稳压，此时若发电机的负荷突然变小，发电机将产生很高的自感电动势，在电路内形成高电压，另外点火线圈的初级绕组在通断电瞬间也产生高达 100V 以上的脉冲电压。在正常情况下，这些脉冲电压被蓄电池吸收了，但是在蓄电池突然脱开后，这些脉冲电压就对 ECU 等灵敏电子元器件造成永久性破坏，即使 ECU 有大容量稳压管进行保护也不能幸免。这就是在点火开关接通的状态下断开蓄电池连接，电子元器件容易被击穿的道理。因此，只要发动机运转，就必须有蓄电池可靠地连接在电路里，一刻也不能从电路中脱开。对电控汽车进行检修时，若要断开蓄电池，必须首先确认点火开关和其他所有的用电设备都已经断开，然后才能拆卸蓄电池的电缆线。另外，在断开蓄电池的负极电缆之前，不要进行任何电子元器件的操作和更换。

如一辆马自达 929 轿车，出现起动无力的故障。维修电工为了判断发电机的发电和充电情况，让驾驶人起动发动机，然后突然拔下蓄电池的正极电缆线，不料发动机立即熄火，再也无法起动。经过检查，没有高压火，喷油器也不工作。最后发现是由于 ECU 的稳压管被高压电击穿，而这种过高电压就是由于违规乱拆蓄电池正极电缆线引起的。

2. 蓄电池电压一般不能全部加到电子元器件上

由于 ECU 向许多电路提供恒定的 5V 左右的低电压(图 2-52)，因此在检测电子元器件时，一般不能用蓄电池电压直接连接，否则电子元器件可能遭受损坏，并且由此引发系统性故障。例如，在检测喷油器时，就要分清该喷油器是电压驱动型(两端子间电阻为 12～14Ω)还是电流驱动型(两端子间电阻为 2～3Ω)。对电压驱动型喷油器，可以直接连接蓄电池电压进行喷油性能试验；而对电流驱动型喷油器，直接用蓄电池电压进行喷油性能试验会因电流过大而被烧坏，应当使用专门的连接器与蓄电池相连接。若采用普通的导线，则需要串联一个 8～10Ω 的电阻，喷油器的驱动方式如图 2-53 所示。

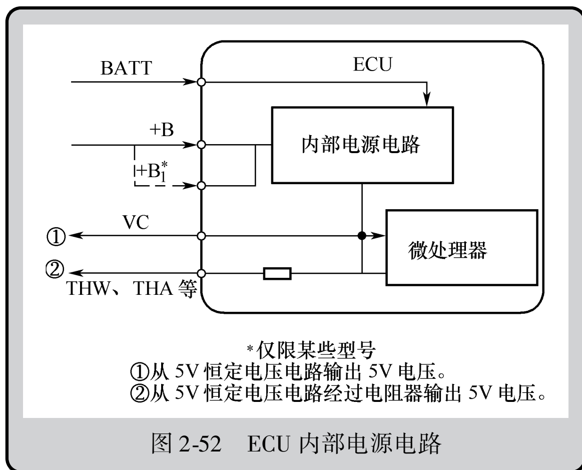


图 2-52　ECU 内部电源电路

3. 先记录存储信息后再断开蓄电池

当发动机故障警示灯(CHECK)点亮时(图 2-54)，不能立即将蓄电池从电路中断开，应当首先调取故障码。**切记：调取故障码必须在拆下蓄电池负极电缆之前进行，防止 ECU 中存储的故障码及有关资料信息消失。**只有通过自诊断系统将故障码及有关资料信息调出，并

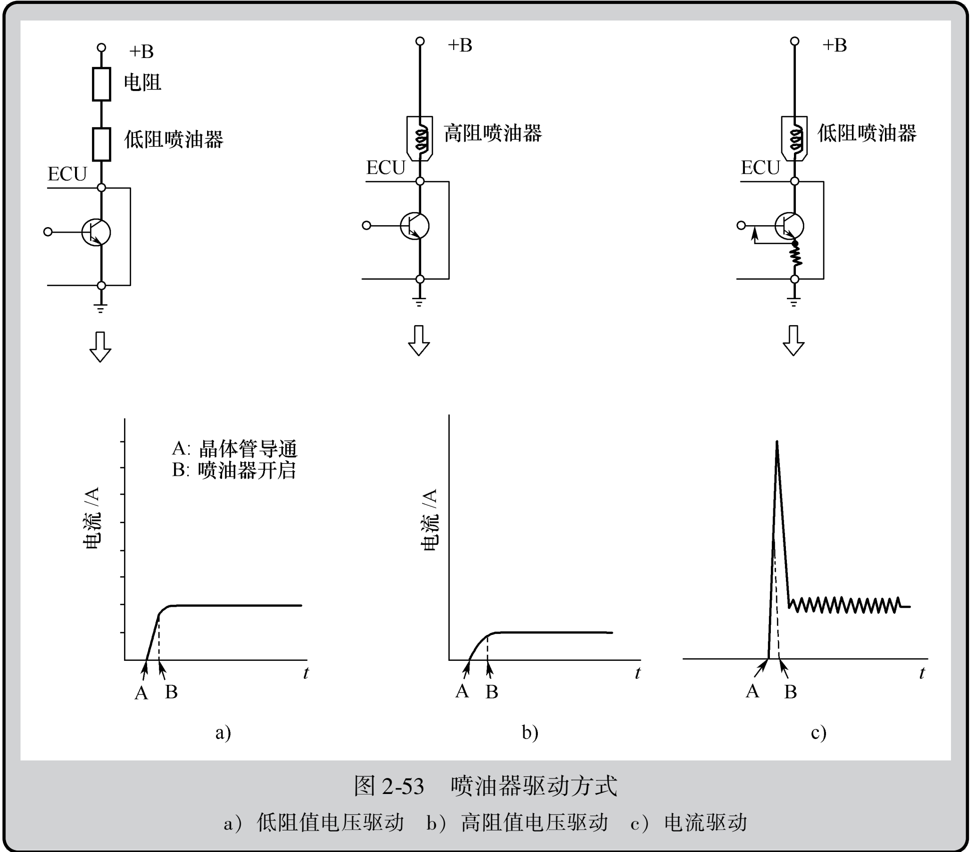


图 2-53　喷油器驱动方式
a）低阻值电压驱动　b）高阻值电压驱动　c）电流驱动

且查出故障原因和排除故障后，方可将蓄电池从电路中断开。

另外，轿车的音响系统、防盗系统、电子时钟、电控座椅和电控座椅安全带收紧系统等都具有记忆功能。例如高档轿车上的 CD 机一般带有密码，在拆下蓄电池后，CD 机自动转入锁死状态，而且在重新安装蓄电池后它仍然呈现锁死状态而无法使用，只有在输入密码后才能重新启用 CD 机。因此，在拆卸蓄电池电缆之前，应该将所存储的密码做好记录，以便在维修人员工作结束后，重新进行设置。



图 2-54　发动机故障警示灯

简言之，**在断开蓄电池电缆之前，一是必须断开点火开关；二是要调取故障码；三是记录相关系统的密码。**

4. 防止蓄电池亏电

电控汽车装用了很多用电设备，特别是 ABS 工作时需要消耗较多的电能，因此应当保持蓄电池经常处于充电状态。如果蓄电池电压过低并且勉强使用，会产生如下不良后果。

1）**需要进行节气门组件与发动机 ECU 之间的匹配**，操作比较麻烦。例如，一辆奥迪 200 1.8T 轿车出现无怠速、加速不畅及行驶中经常熄火的故障，更换空气流量传感器和节气门控制组件仍然无效，最后进行了 ECU 与节气门控制组件之间的匹配才解决问题。

2）装用怠速旋转阀的电控汽车(例如富康轿车)在闭环控制条件下，**蓄电池电压过低会引起怠速偏离设定值。**

3）**ABS 不能进入工作状态。**ABS 要求供电电压达到 9.5～16.5V，因此，对于装备了 ABS 的汽车，当长时间停驶后初次启用时要注意检查蓄电池的电压，若蓄电池处于半放电状态，ABS 不能发挥作用。

4）**音响系统会因为蓄电池电压不足而出现锁死的情况**，若要再开机，必须输入设定的音响密码。例如宝马车系，如果音响系统的电源电压低于 5V 或拆卸了蓄电池，音响系统将不能工作。当电源电压恢复正常后，显示屏上会出现“CODE”字样，此时只有输入 5 位数的密码，音响系统才能被激活。

5. 测试自动变速器、安全气囊系统(SRS)必须在拆下蓄电池负极电缆 20s 后进行

检修自动变速器、SRS 前，必须将点火开关转到锁止位置(LOCK)，并且将蓄电池负极电缆拆下 20s 或更长一些时间(车型不同,这一时间也不同)，然后才能开始检修工作。这是因为 SRS 具有备用电源，若拆下蓄电池负极电缆不到规定的间隔时间就开始检修，很容易导致安全气囊误膨开而造成严重事故。

6. 利用蓄电池试验电动汽油泵要注意防止火灾

利用蓄电池试验电动汽油泵时，为了防止损伤 ECU，同时为了防止火灾，应当将蓄电池从车上卸下来，移到离汽车有一定距离的地方，尽量远离可燃气体和火源(电火花)，然后用两根导线连接蓄电池的正、负极与电动汽油泵的正、负极接线柱进行试验。

7. 断开蓄电池后发动机工作状况不如以前怎么办

蓄电池断开又装复后，如果发动机的整体工作状况不如蓄电池断开以前，先不要匆匆忙忙更换零部件，因为这种情况可能是 ECU 的自适应功能记忆的信息，在蓄电池断开后被消除的缘故。如果是这样，发动机运转一段时间后，电控单元经过自适应，发动机工作不良的状况会逐渐自动消失。

8. 对蓄电池就车快速充电的特别注意事项

使用快速充电机给电控汽车上的蓄电池充电时，必须在将蓄电池的电缆线从汽车上拆开后再进行，最好将蓄电池从车上拆卸下来充电。另外，不允许在不装蓄电池的情况下采用起动设备(例如快速充电机)起动发动机，防止充电机的脉冲高压电损坏 ECU。

☆2-33　怎样检修奔驰轿车双蓄电池系统?

奔驰双蓄电池系统原理如图 2-55 所示，它的**主要作用是在电源电脑检测到主蓄电池不能正常工作的情况下辅助蓄电池开始工作，使车辆进入紧急运行状态并设置故障码，同时在仪表板上显示运行信息提醒驾驶人车辆需要维修。**

采用双蓄电池系统，还可以**避免模块因摩擦等原因产生静电，引起无法休眠而产生的漏**

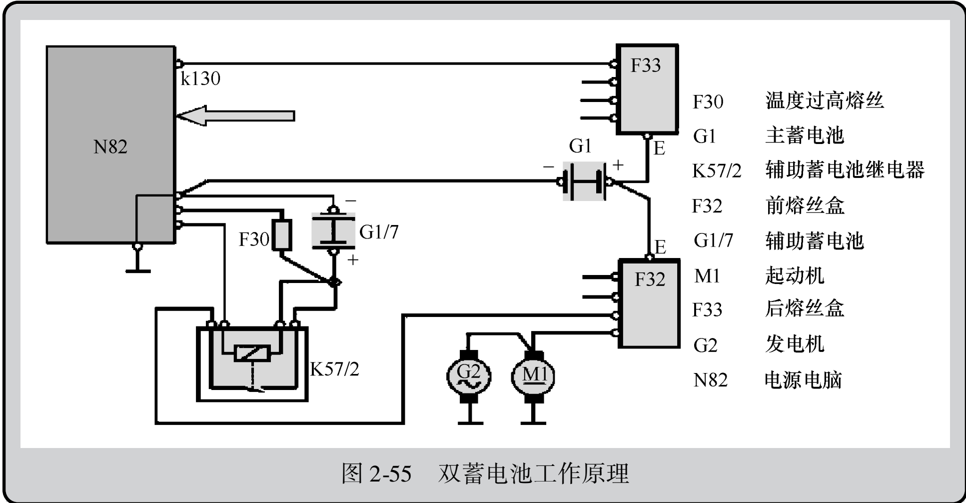


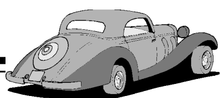
图 2-55　双蓄电池工作原理

电故障。电源电脑控制辅助继电器在正常工作时间内动作，给辅助蓄电池充电，起动后电压过低时辅助供电，调节辅助蓄电池的供电量。发动机运行时，一旦系统电压低时，系统会通过 CAN 输出两条信息，故障会在仪表板上显示提示驾驶人有故障。辅助蓄电池继电器接通，辅助蓄电池会向电动装置输出电功率。如果辅助蓄电池温度过高，那么温度过高熔丝就会断开使其停止工作，以免将辅助蓄电池烧坏。

蓄电池电脑检测到辅助蓄电池电压不足时，蓄电池电脑控制辅助继电器动作，控制其充电达到 13.5V。辅助蓄电池是发电机通过电源电脑控制辅助蓄电池继电器的通断为其充电的。蓄电池电脑监测蓄电池电压，监测发电机电压(CAN-B)，控制辅助蓄电池继电器(K57/2)，控制蓄电池的消耗，提供辅助蓄电池的充电，紧急运行并设置故障码，进行信息显示。检修一般先用专用电脑诊断仪或 X431 检查一下，根据故障码与检测数据酌情检修。

采用两个蓄电池结构的系统，有的是一个蓄电池用于车载电气系统，一个蓄电池用于起动系统。在起动过程中，两个蓄电池互相分离，车载电气系统由主蓄电池电路供电，起动机蓄电池电路确保车辆能起动。车辆静止时，车载电气系统蓄电池为所有用电设备供电。为延长车辆在静止状态下的供电，电脑控制静电电流开关减小静态电流，在预先设定的一段时间后断开大部分用电设备电源。当然，如果发动机再次起动时检测到车载蓄电池电能耗尽，耦合继电器通电，由起动蓄电池供电。

还有奔驰 M、GL、R 级轿车，打开点火开关，仪表板上的蓄电池警告灯点亮，提示“请访问维修服务站”，故障原因一般是辅助蓄电池桩头安装不到位或腐蚀接触不良，辅助蓄电池充电电压过低或蓄电池质量问题，也需要用诊断仪检测辅助蓄电池电压。这种结构，其辅助蓄电池的作用是在主蓄电池电量不足时，直接给变速器模块供电，保证在紧急情况下车辆可以正常进行换档操作。这种结构，一般更换辅助蓄电池即可排除故障。


第三章


交流发电机维修技能

△3-34 如何检查交流发电机的转子?

(1) 转子的结构 **转子是交流发电机的磁场部分:主要由转子轴、励磁绕组、两块爪形磁极和集电环等组成**,转子总成的结构及外形如图 3-1 所示。两块爪形磁极(各具有 6 个鸟嘴形磁极)压装在转子轴上,在两块爪形磁极的空腔内装有导磁用的铁心,称为磁轭。铁心上绕有励磁绕组(又称转子线圈)。励磁绕组的两引出线分别焊在与轴绝缘的两个集电环上,集电环与装在后端盖上的两个电刷相接触。当两电刷与直流电源相接时,励磁绕组中便有磁场电流通过,产生轴向磁通,使得一块爪极被磁化为 N 极,另一块爪极为 S 极,从而形成了 6 对相互交错的磁极,如图 3-2 所示。

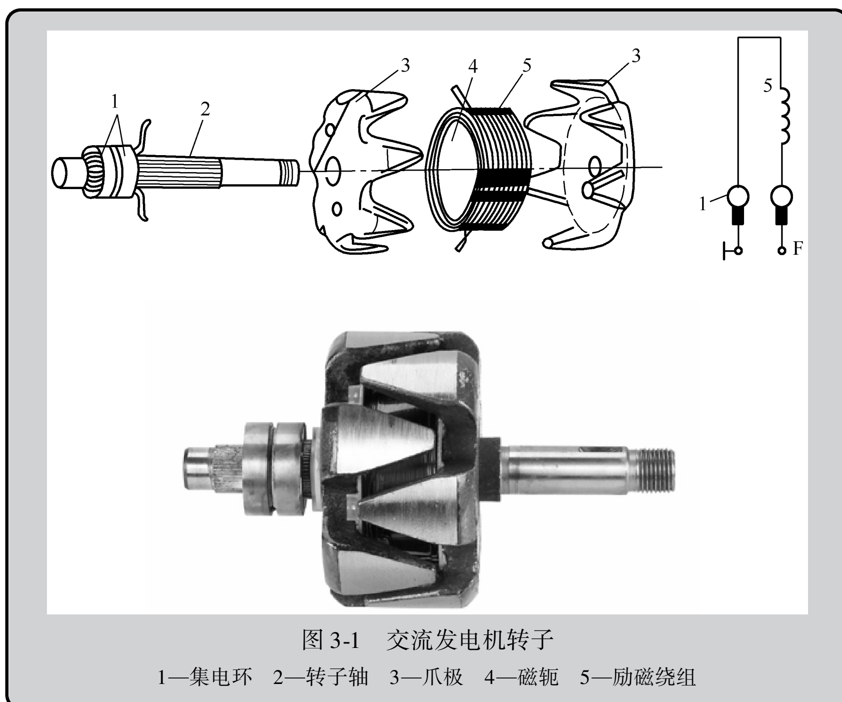


图 3-1 交流发电机转子

1—集电环 2—转子轴 3—爪极 4—磁轭 5—励磁绕组

（2）励磁绕组的断路或短路的检查　用万用表测量励磁绕组电阻，两表棒分别触在两集电环上，如图 3-3 所示。正常阻值为 2.7～20Ω（不同型号交流发电机略有差别）。如果阻值小于正常值即为短路；若阻值为无限大，则为线头脱焊或断路。

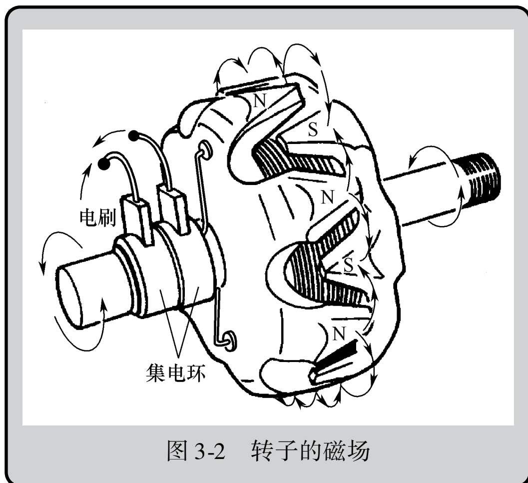


图 3-2　转子的磁场

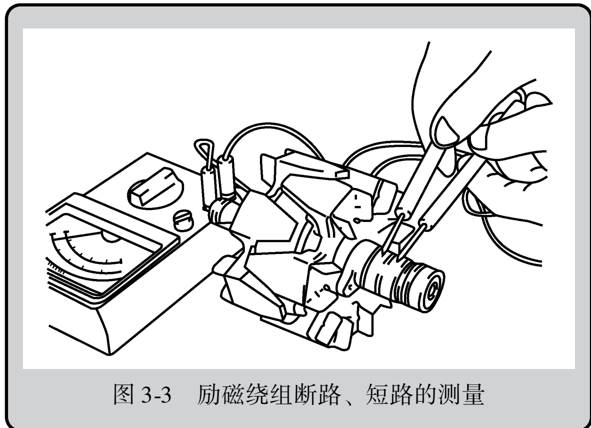


图 3-3　励磁绕组断路、短路的测量

（3）励磁绕组和集电环搭铁的检查即检查励磁绕组与铁心（或转子轴）之间的绝缘情况。如图 3-4 所示，万用表电阻档置于 R×10k，两表棒分别触爪极（转子轴）和集电环。若阻值为无限大为良好。若阻值较小说明励磁绕组有搭铁故障，应检修。

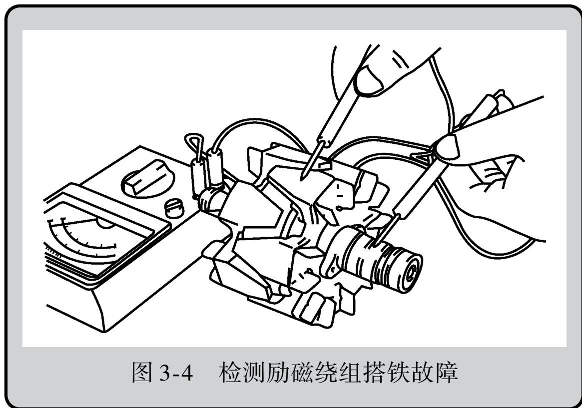


图 3-4　检测励磁绕组搭铁故障

（4）集电环的检查　集电环表面应平整光滑，无明显烧损，否则应用“00”号砂布打磨。两集电环间隙处应无积物。集电环圆度误差不超过 0.025mm，厚度不小于 1.5mm。集电环厚度小于 1.5mm 时，应将旧集电环在车床上车除，重新镶嵌集电环，焊接绕组抽头。

△3-35　如何检查交流发电机的定子？

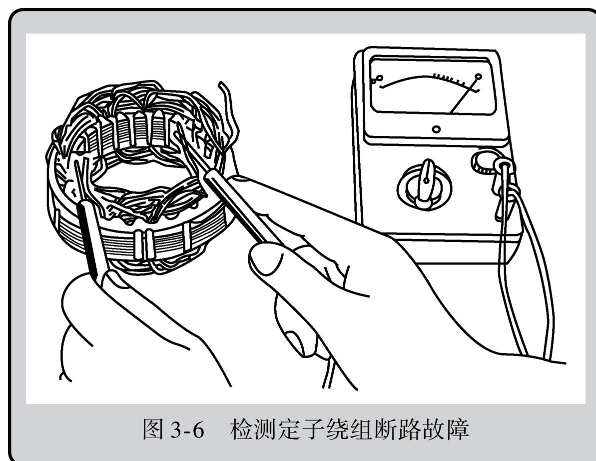
（1）定子的结构　**定子的功用是产生感生电动势，它由定子铁心和三相定子绕组组成。**定子总成的外形及结构如图 3-5 所示。定子铁心一般由相互绝缘且内圆带槽的环状硅钢片叠成，三相定子绕组对称安放在定子铁心槽内。

为了保证三相定子绕组能够产生频率和幅值相同、相位相差 120°电角度的三相交流电，定子绕组的绕制和在定子铁心槽中的嵌入应符合一定规律。

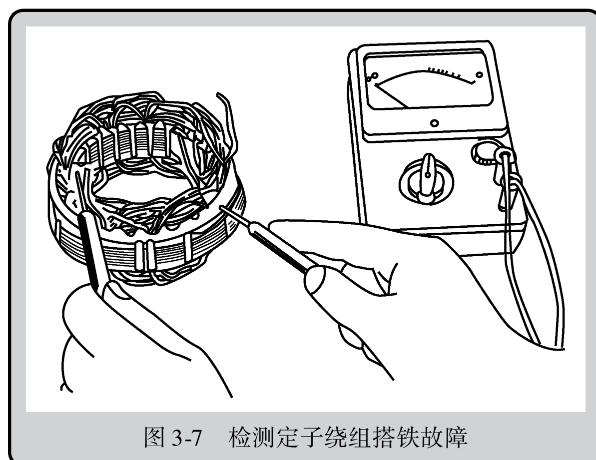
（2）定子绕组断路的检查　如图 3-6 所示，用万用表 R×1 档检测定子绕组 3 个接线端，两两相测，阻值应为 0.2～0.5Ω，若阻值为∞，说明绕组断路。断路故障应用 35W 220V 的电烙铁焊接修复，若不能修复，应更换定子绕组或定子总成。



图 3-5　定子总成的外形及结构
1、2、3、4—绕组引线　5—定子铁心


图 3-6　检测定子绕组断路故障

（3）定子绕组搭铁检测　如图 3-7 所示，用万用表电阻最大档检测定子绕组接线端与定


图 3-7　检测定子绕组搭铁故障

子铁心间的电阻，应为∞，否则说明有搭铁故障。或用数字式万用表导通档位，若万用表发出响声，说明有搭铁故障。若搭铁应更换定子绕组或定子总成。

因为定子绕组线径较粗，通过电流较大，发生断路或绕组搭铁故障多数情况是因通过大电流发热造成的，因此可通过检查定子绕组的外观是否有发黑、线圈表面是否有掉漆以及是否能够闻到焦煳味等也可检查定子绕组的完好性。

▲3-36 如何判断交流发电机整流二极管的极性?

汽车交流发电机用整流二极管有正二极管与负二极管之分，其外形如图 3-8 所示。一只普通交流发电机具有 3 只正二极管和 3 只负二极管。**引出电极为二极管正极，外壳为二极管负极的称为正二极管；引出电极为二极管负极，外壳为二极管正极的称为负二极管。**



图 3-8 交流发电机整流器的外形

安装整流二极管的铝质散热板称为整流板。交流发电机的整流器多数都有两块整流板。**安装 3 只正二极管的整流板称为正整流板；安装 3 只负二极管的整流板称为负整流板，负整流板的外壳直接搭铁，**如图 3-9 所示，有的交流发电机直接将负二极管焊接在后端盖上。在正整流板上制有一个螺孔，称为“输出”端子安装孔，螺栓由此从后端盖引出，作为交流发电机的“输出”端子，该端子为交流发电机的正极，标记为“B”、“B +”、“A”或“ +”。整流器总成的形状各异，有长方形、马蹄形、半圆形和圆形等。

测量并判断二极管的极性，既可以使用指针式万用表，也可以使用数字式万用表。这两种仪表的测量原理如图 3-10 所示。**需要注意的是：数字万用表红表棒是内部电池的正极，当使用其二极管档位测量时，显示的数值表示的是二极管的正向压降值，单位是 V。**

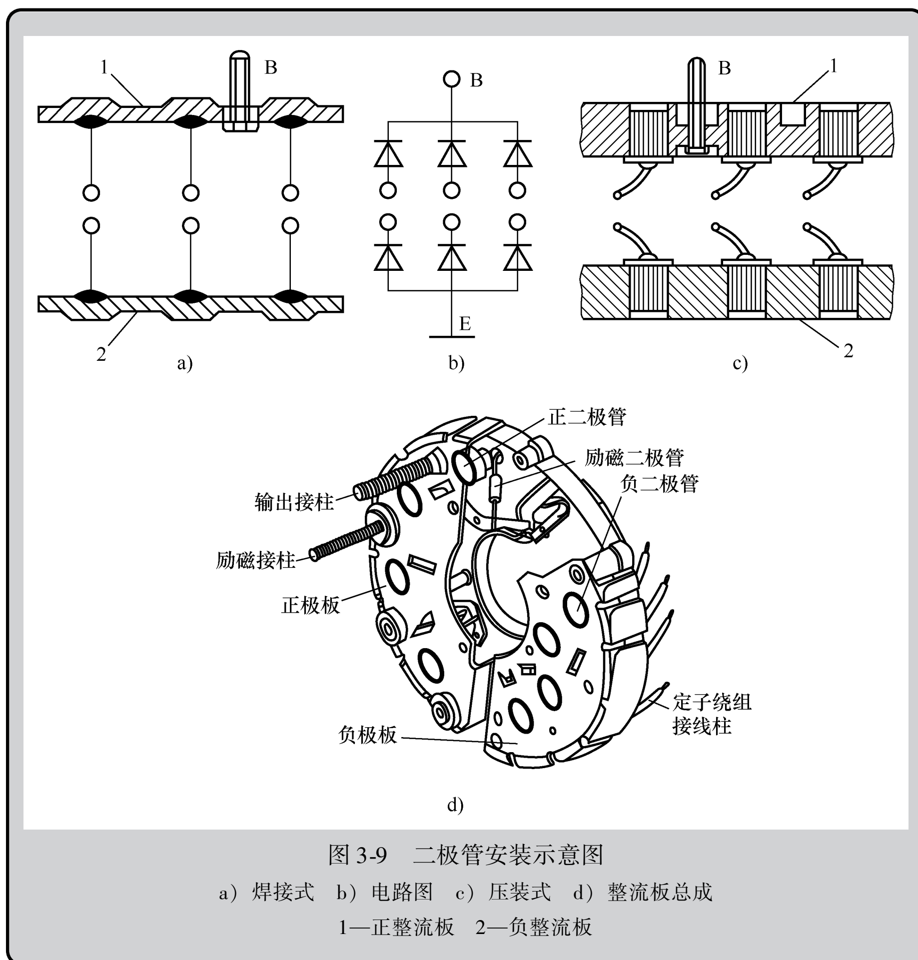


图 3-9　二极管安装示意图

a）焊接式　b）电路图　c）压装式　d）整流板总成

1—正整流板　2—负整流板

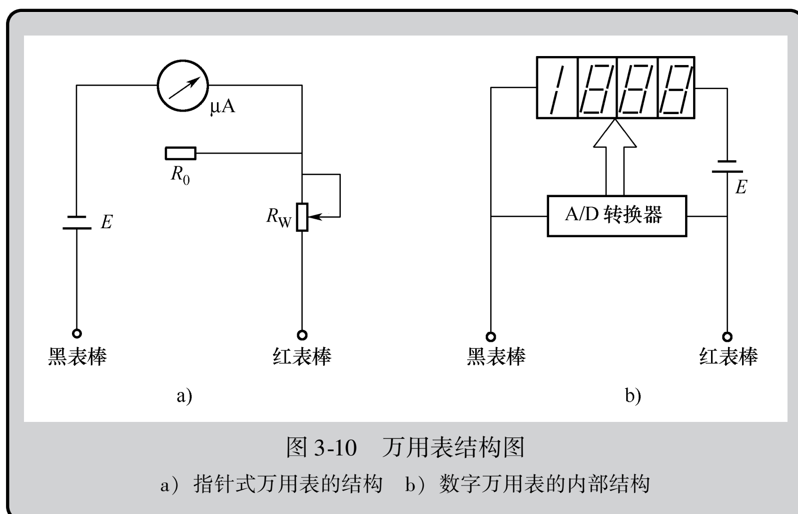


图 3-10　万用表结构图

a）指针式万用表的结构　b）数字万用表的内部结构

当整流器的极性无法直观判别时，可用万用表判断二极管的极性，万用表的内部结构如图 3-10 所示。方法如下：①指针式万用表，黑表棒所接的是高电位，红表棒接的是低电位。

极性判断的方法是用万用表 R×100 或 R×1k 档，用红、黑表棒同时接触二极管的引线和外壳，然后对调表棒同时测量，在所测阻值小的那次测量中，黑表棒所接的是二极管的正极，红表棒所接的是二极管的负极。②数字式万用表，同指针式万用表相反，红表棒所接的是万用表的高电位，黑表棒笔所接的是万用表低电位。极性的判断的方法是用万用表的二极管档，用红、黑表棒同时接触二极管的引线和外壳，然后对调表棒测量，在所测量显示 0.4～0.7V 的值时，红表棒所接的是二极管的正极，黑表棒所接的是二极管的负极，检测方法如图 3-11 所示。

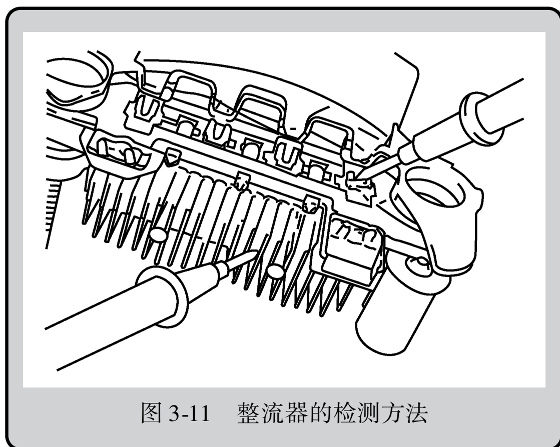


图 3-11 整流器的检测方法

▲3-37 如何对交流发电机整流器进行外接安装修复?

整流器出现故障，往往是正、负二极管出现短路、断路现象。从初期一只发展到多只，或其他原因造成某一极性的二极管同时出现故障。紧急情况下，可利用其他各种参数相同的完好整流器，或极性相同的单只二极管，对整流器进行分解，尔后进行外接处理。

具体方法：根据所坏极性，如正二极管损坏，将正二极管从整流板上锯下，并钻一个 Φ6mm 的孔连接在“电枢”接柱上，把引线加长，与电动机内原故障负二极管焊接。如果负二极管损坏，将分解后的负二极管从整流板上锯下，在锯下的元件板上钻一个 Φ5mm 的孔，与外壳相接，使引线加长，与电动机内故障负二极管焊接。如遇正极性中二极管同时出现故障，可将整个整流器进行分解，使整块正极整流板连接在外壳“电枢”接柱上，将引线分别与电动机内各原正二极管连接。如负极性中二极管同时出现故障，将分解后的整块负极整流板与外壳连接，并将二极管引线分别与电动机内原负二极管连接。这样做既省时又省钱，并且能保证发动机的正常使用。

操作提示：

① 在正二极管外接时，一定要保证整流板不能与其他导体相接触，最好采取绝缘措施。
② 各连接点(部位)必须要牢固、可靠。
③ 分解完好的整流器应尽量缩小整流板的面积。
④ 在焊接外线前，必须把原故障二极管接点断开。

▲3-38 充电系统工作异常表现在哪些方面?

交流发电机正常发电，必须具备 2 个条件：①**励磁电路、定子绕组电路和整流器必须工**

作正常；②交流发电机转子必须旋转。在正常情况下，交流发电机工作时的输出电压应为13.7～14.5V，蓄电池在发动机熄火时电压应为12.5～14V。

交流发电机不发电故障早期充电指示灯(点火开关处于点火档,发动机不工作时充电指示灯应亮,如图3-12所示;发动机工作正常时充电指示灯应灭)或电流表(图3-13)等应有所反应；后期表现为蓄电池严重亏电，起动时起动机无法工作。充电系统工作异常主要表现在以下4个方面。

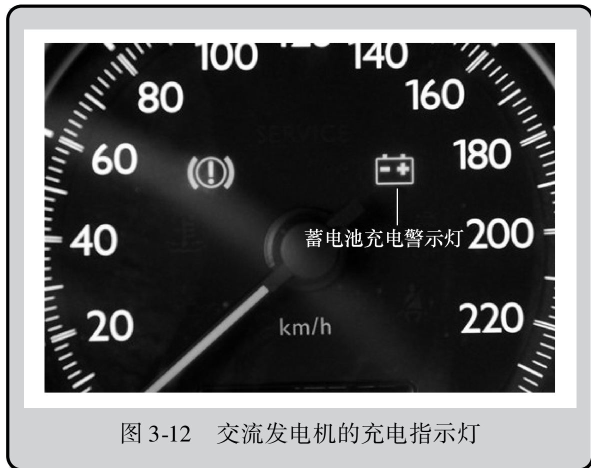


图3-12 交流发电机的充电指示灯



图3-13 汽车上的电流表

（1）硅整流交流发电机在中等转速运转时，电流表指示放电位置

1）蓄电池和交流发电机之间的连接导线断开，常发生在电枢接线柱部位或导线转折处。

2）交流发电机不发电：二极管击穿或内部整流结脱开而不起整流作用；电刷在电刷架内卡住，使交流发电机不能励磁；励磁绕组断路；定子绕组相间短路或搭铁；励磁绕组短路；调节电压过低，触点烧蚀，以及调节器内某个线头断开或开焊，使交流发电机的励磁回路不通。

（2）充电不稳，电流表指示有时充电有时不充电 交流发电机传动带过松，有打滑现象；蓄电池至交流发电机电枢接线柱间的导线连接不牢或要断裂，使充电电路时通时断；交流发电机内部接线松动、集电环积污、电刷磨损过度及电刷弹簧压力减小等引起电刷与集电环接触不良；调节器内部连接部分接触不良或弹簧拉力太弱和触点烧蚀造成接触不良，引起调节器工作不稳定；电流表内部接触不良。

（3）充电电流过大，长期大于10A，电解液蒸发很快而导致蓄电池过早损坏 调节电压过高。应将电压表的红表棒接在调节器的电枢接线柱，黑表棒接在调节器的底壳，若测得的电压高于规定值，则需调整弹簧拉力和活动触点臂与铁心的间隙；调节器线圈末端脱落，失去调节作用。

（4）充电电流很小，在低速时不充电 整流器中的二极管损坏；定子绕组中有一相接触不良或脱开；集电环积污，电刷与集电环接触不良；调节器调节电压过低或传动带打滑。

汽车硅整流交流发电机的外形结构如图3-14所示；汽车硅整流交流发电机的整流板结构如图3-9所示；硅整流交流发电机常见故障部位及分析见表3-1。



图 3-14　汽车硅整流交流发电机外形

表 3-1　汽车硅整流发动机常见故障及分析

部位	故障现象	故障原因	检修方法
带轮	发摆、碰擦及异响	安装不良；带轮变形发摆	校正、重新安装
风扇	噪声	变形或带轮、前端盖碰擦	校正、重新安装
前端盖	噪声、振抖	端盖变形，轴承缺油润滑，轴承孔磨大松旷	修复或更换
定位圈	前后窜动	磨损	修换
转子总成	碰擦、烧灼、不发电	安装不良，转子轴变形与定子相碰擦，线圈烧蚀扫膛，或爪极松动	用万用表检测，修复或更换
定子总成	转子轴运转摆振、碰擦磁极线圈、扫膛	轴承磨损松旷，接触不良，转子轴变形，绝缘损坏	用万用表检测，修复或更换
整流端盖	轴承孔失圆、噪声、不发电	轴承润滑不良松旷，轴承孔磨损，导线松脱	修复或更换
电刷	噪声、不发电	电刷在架内卡滞，接触不良，电刷与集电环接触角不对	检修调整
整流板	不发电或发电量小	二极管击穿，接触不良	用万用表检测，修复或换件
硅二极管	不发电或发电量小	极性装反，检查方法不妥，击穿短路、断路	用万用表检测，必要时更换新件

★3-39　如何诊断马自达 6 轿车发电机不发电故障?

马自达 6(Mazda6)是马自达公司 21 世纪的最新产品，是 2001 年东京车展上推出的一款

中档轿车。在全球20个国家获得了30多个奖项。2003年4月10日，马自达6来到中国，当年就获得年度车称号，并一直保持旺销势态，其动感的内饰外形、优异的操控性、高标准的安全性、宽大的内部空间和精细的做工等，创设了21世纪中高级轿车的一个新的全球标准。

一辆2008年出厂的一汽马自达6轿车，行驶里程为30万km。驾驶人叙述：在一次出差途中，经过一段积水较深的路面(大约有膝盖深,长30m左右)后，不经意间发现仪表板上的充电指示灯点亮；将发动机熄火后再接通点火开关，充电指示灯正常点亮，起动发动机后充电指示灯熄灭，但几秒钟后，充电指示灯再次点亮，该车继续行驶至蓄电池无电，发动机熄火。

将蓄电池拆下进行充电。第2天将充足电的蓄电池连接好，起动发动机，发动机顺利起动，充电指示灯熄灭几秒后又重新点亮。用万用表测量交流发电机的输出电压，怠速时为12.3V；使发动机加速后再进行测量，电压降至12V以下。由此可确定，充电系统不正常。

查看与发电机相连接的导线共有3根，1根较粗的接发电机的接线柱+B，另外2根线共用1个连接器，其中1根为蓝色，另1根为黄/红色。为了弄清这两根导线的去向，将仪表板拆卸下来，脱开仪表板连接器，选择数字万用表的通断档检测仪表板导线侧连接器各端子与发电机导线侧2个端子间的导通状态，发现均不导通，也就是说，发电机的这2根导线没有连接到仪表板(**注意:要断开蓄电池的负极搭铁线,在测量电阻时其线路不可带电,否则会影响测量结果,甚至损坏万用表**)。

由于充电指示灯的指示必须要由元器件来控制，如果不是受发电机直接控制，那还有一种可能，就是这2根导线都去了PCM(Power Control Module,动力控制模块)，由PCM根据发电机的信号来控制仪表板上的充电指示灯工作。于是，脱开PCM连接器(**注意:保持蓄电池负极搭铁线断开**)，发现有2根导线的颜色与发电机的2根导线的颜色相同，且检测结果表明，蓝色导线、黄/红色导线分别与发电机导线侧连接器2根同色导线相通，也就是说，发电机的2根导线全部与PCM相连接，这2根导线中，一根用于传输发电机的信号，另一根用于传输发电机励磁电流的控制信号。

该车充电系统的电路原理如图3-15所示，“+B”为发电机的输出接线柱，在发动机运行时给全车供电。发电机连接器端子P从发电机三相定子绕组中的一相引出，PCM根据此

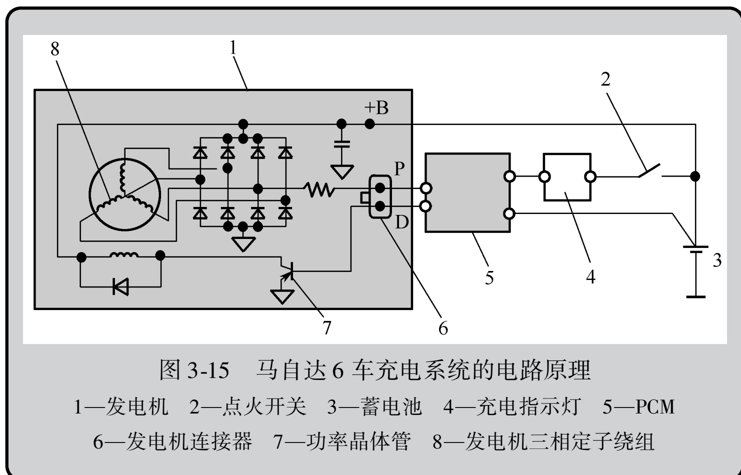


图3-15　马自达6车充电系统的电路原理

1—发电机　2—点火开关　3—蓄电池　4—充电指示灯　5—PCM
6—发电机连接器　7—功率晶体管　8—发电机三相定子绕组

端子信号控制充电指示灯亮灭和输出脉宽调制信号。发电机连接器端子 D 与功率晶体管的基极相连，PCM 利用脉宽调制信号来控制功率晶体管的导通和截止，从而控制发电机的励磁电流，调节发电机的输出电压。当发电机连接器端子 P 的信号电压不符合标准时，PCM 即判定充电系统出现故障，停止向发电机连接器端子 D 输出脉宽调制信号并点亮充电指示灯(表示充电系统有故障,需进行维修)。

起动发动机，进行发电机连接器端子(图 3-16)测量(线路连接完好的情况下)，结果如下：发电机连接器端子 P 上的电压为 0V(不正常)，发电机连接器端子 D 上的电压为 1～2V(由于是占空比信号,所以万用表检测不准,只能作为参考)。由此可以判定，故障出在发电机上。

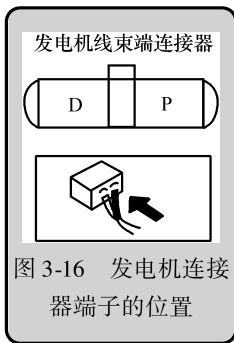


图 3-16　发电机连接器端子的位置

更换发电机后起动发动机，充电指示灯正常熄灭。用万用表测量接线柱“＋B”的输出电压，为 14V 左右，加速后输出电压略有升高。上述故障排除。

当代汽车发电机的控制技术发展较快，在鉴别时不可大意。本案例中的重点在于理解 PCM 对发电机的控制原理，以及对发电机信号和脉宽调制信号的检测方法。另外，**在检测导线的连接状态时不建议使用万用表的通断档或二极管档，原因在于汽车是低压 12V 供电，即使线路中只存在十几欧姆的电阻也可能会导致故障发生，所以在检测线路时应尽量用万用表电阻档检测电阻。**

△3-40　交流发电机调节器代用的一般原则是怎样的?

交流发电机在出厂时都规定了与其配套使用的调节器型号。在使用中，如调节器损坏，而又无法买到原型号时，就产生了代用问题。特别是进口车辆，一旦损坏，就很难配到原型号的调节器。当调节器相互代用时，应遵循以下原则。

(1) 额定电压　调节器的额定标准电压通常有 12V、24V 两种，并分别与 12V、24V 交流发电机相配套。调节器在代用时，必须与额定电压相同，否则就不能工常工作，或烧毁调节器及其他电器设备。

(2) 功率　调节器的功率是指：当调节器与交流发电机的额定电压相同的情况下，调节器能够提供交流发电机需要的励磁电流。比如，原车 FT81 型调节器的额定电流为 18A，电压为 12V，功率为 220W。那么，代用时，应选用的调节器功率要大于或等于 220W，否则，将会使调节器过热烧坏。**如果以大功率的调节器代替小功率的调节器时，其功率相差不能超过 1/3，以防止交流发电机过载。**

(3) 交流发电机的搭铁形式　在传统的交流发电机上，根据交流发电机磁场绕组的连接方式不同，硅整流交流发电机可分为内搭铁和外搭铁两种形式，而且是不可改变的，对与其配套的电压调节器也有严格的要求。也就是说，**内搭铁型交流发电机只能配用内搭铁型调节器，外搭铁型交流发电机只能配用外搭铁型调节器，两者不能直接代用，不过可以通过改造交流发电机接线方式实现代用的目的。**

(4) 最高使用转速　在调节器的设计中，考虑了交流发电机在任何转速下调节器都不能失控。调节器的这一性能与附加电阻的阻值有关，附加电阻越大，最高使用转速越高。判

断所选用的调节器是否在高速下失控的方法是：首先把代用调节器接好，将交流发电机转速提高到最高工作转速，然后用手强制打开调节器触点，观察交流发电机输出电压是否在额定值以下。如果此时输出电压不能下降到额定值以下，说明附加电阻值太小，应适当增大附加电阻值或重新选用调节器。

（5）调节器性能的完善程度　调节器在代用时，上述原则满足后，还应考虑到调节器的设计性能和质量是否完善，否则不能选用。

△3-41　如何进行交流发电机的满磁测试?

交流发电机满磁测试是在发动机运行状态下检测调节器好坏的一种简捷、方便、实用的方法。它是**利用短路交流发电机调节器使交流发电机的励磁绕组(转子线圈)跨过调节器，由交流发电机或蓄电池供电直接通过励磁绕组到搭铁，形成回路。使励磁绕组工作在满负荷下，不再受控于调节器，使交流发电机的输出将随转速的变化而变化。其目的就是观察在有无调节器的情况下，交流发电机的输出是否有所变化。**

交流发电机调节器分为内装式和外装式两种。按搭铁方式又分为内搭铁和外搭铁两种。它们的共同作用是不断监测和调整交流发电机的输出电压，使其保持在一个恒定的数值上(理想值14.4V)。其实质，**调节器调节的是励磁绕组的电流，改变旋转磁场的磁场强度，从而改变三相定子线圈的感生电动势，即调节交流发电机的输出电压，使其保持恒定。**

在进口轿车中，许多交流发电机均为内装外搭铁式，并且调节器与整流板合二为一。为了检测调节器的好坏，除了拆下调节器检测试验外，车上满磁测试是一种值得推荐和掌握的技术，用此种方法检测调节器时，应注意两点。

1）测试时不宜转速过高，以防输出电压过高损坏电子器件。

2）只对外搭铁调节器有效，如图3-17所示。

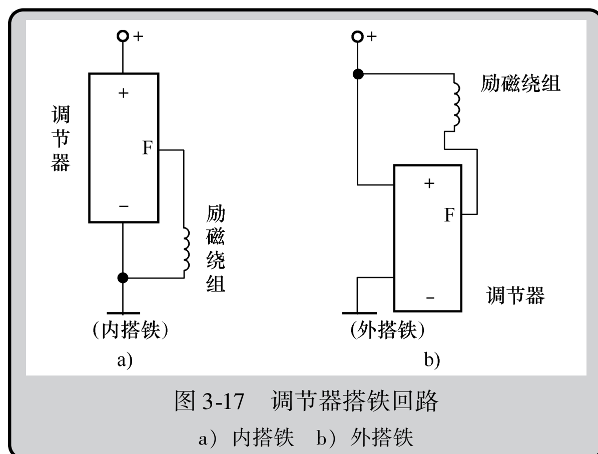


图3-17　调节器搭铁回路

a）内搭铁　b）外搭铁

从图3-17中可以看出，内搭铁方式是励磁绕组的一端直接搭铁，另一端接调节器的F端(即两个电刷中有一个搭铁)。外搭铁方式是励磁绕组的一端接电源(12V)，另一端接调节器F端，通过调节器内的晶体管后再搭铁。在外搭铁方式中，只要将F端人为搭铁，就相当于抛开调节器，励磁电流不受控制，处于满磁工作状态。

1. 丰田、本田车系及大部分亚洲车系

对于电刷内装的交流发电机来说，其后壳上均有一个圆孔，正对准电刷处，其作用是为拆装交流发电机时由于电刷伸出，转子不好装入，需用一个细钢针插入顶起电刷，装入转子后再抽出钢针，如图 3-18 所示。小孔的另一个作用就是在发动机工作时，插入一个铁丝或细螺钉旋具将外侧电刷(F 端电刷)对搭铁短路，使励磁绕组直接对搭铁形成回路，让励磁绕组满负荷(满磁)下工作。定子上的三相绕组产生一个不受控制的感生电动势，它将随转速的变化而升降。此时用万用表电压档接入交流发电机的输出端进行监视，当缓慢踩下加速踏板时(慢提速)，电压表将有一个变化，大于蓄电池电压(不得超出 16V)。由此可以证明，调节器已坏，应修复或更换；如果输出电压不变化，仍为蓄电池电压，说明交流发电机不发电的原因在其他部位。

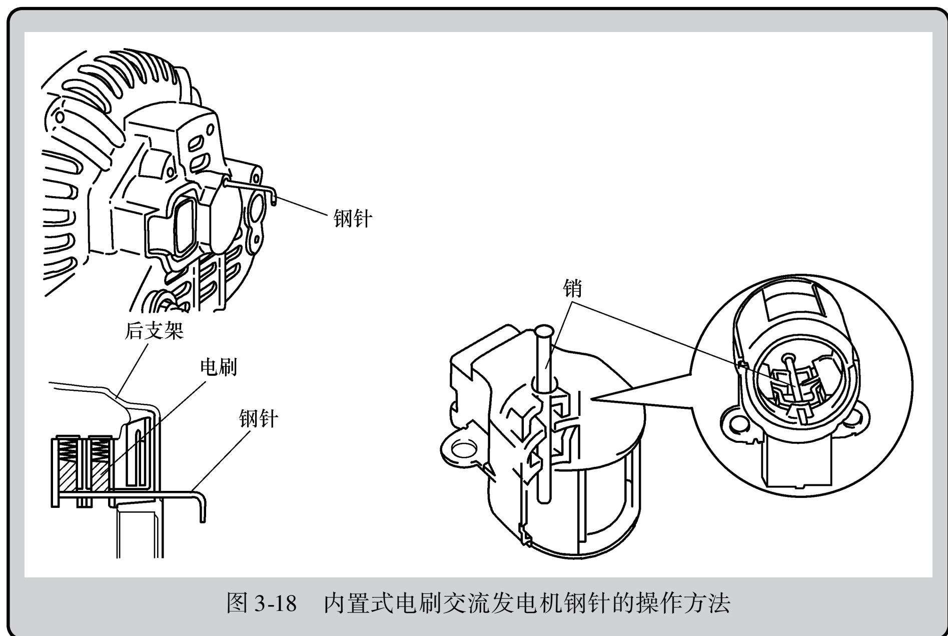


图 3-18 内置式电刷交流发电机钢针的操作方法

2. 通用 10S1 系列

调节器为内置外搭铁式，位于后盖内两相插头，如图 3-19 所示。S 端为调节器电源，L 端为指示灯引脚，调节器上设有 F 端脚，后盖上有一个 D 形小孔(半圆孔)，正对于 F 电刷上，将一细螺钉旋具插入后，即可进行满磁测试。

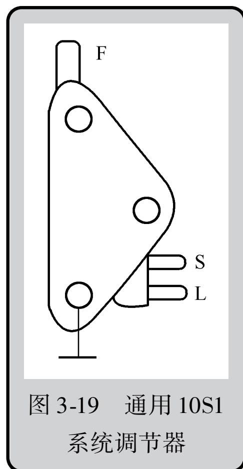


图 3-19 通用 10S1 系统调节器

如果需要拆下调节器进一步检测时，可在 S、L 端接入可调稳压电源的正极，外壳搭铁，接入一个试灯与 F 端到电源端。正常时，随着电压的调高，试灯逐步亮起。当电压调至 14.5V 左右时试灯应熄灭，如果一直不亮或一直都亮，说明调节器坏。

3. 福特车系

调节器为内置外搭铁式位于后盖内。①早期车型均为一个接线柱即 F 接头，如图 3-20 所示。拆下后护盖，可看到调节器将 F 接柱用导线搭铁即可进行满磁测试；②晚期车型为三线接头(I、S、

A)，F 端为螺钉端子，与插头分离，如图 3-21 所示。拆后护盖，将 F 端搭铁，即可进行满磁测试，如果需要拆下调节器进一步检测时，需将三个接头(I、S、A)全部接在可调电源上，试灯接在 F 与正极端，调节电源电压，试灯应在 14.5V 左右熄灭，否则调节器坏。

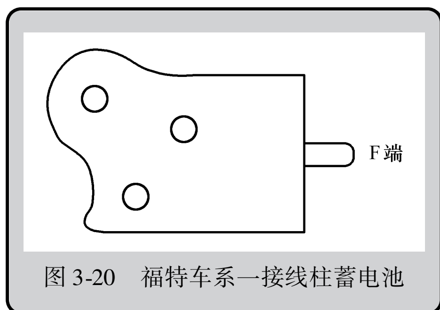


图 3-20　福特车系一接线柱蓄电池

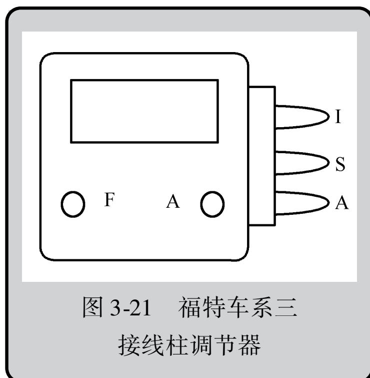


图 3-21　福特车系三接线柱调节器

4. 克莱斯勒车系

将交流发电机上绿色线拆下并将此线搭铁即可进行满磁测试。

3-42　交流发电机的使用维护要点有哪些?

（1）**蓄电池必须正确连接**　硅整流交流发电机均为负极搭铁，蓄电池也必须负极搭铁。蓄电池正极与交流发电机输出端是直接相连的(图 3-22)，如果蓄电池正、负极接反，蓄电池将通过整流器大电流放电，很短时间就会把整流二极管烧坏。所以，在更换或重新安装蓄电池时，应特别注意极性不能接错。

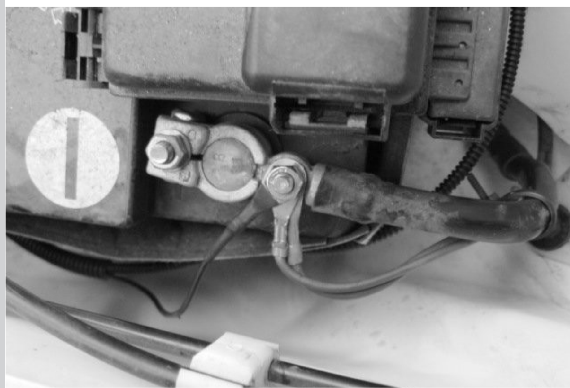
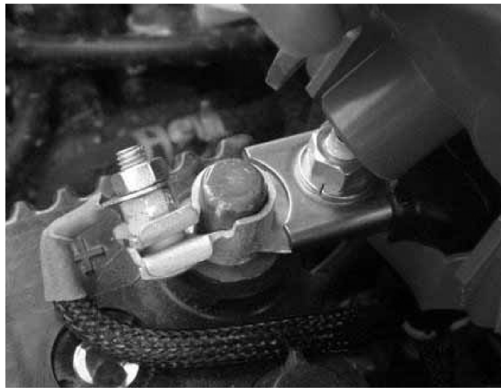



图 3-22　蓄电池正负极的连接

（2）**交流发电机与调节器应按生产厂家规定配套使用**　在更换调节器时，应选用厂家规定型号或与所换调节器同型号的调节器。

（3）**交流发电机与调节器各接线柱之间必须正确连接**　在使用电子调节器时，更应谨慎小心。如果连接不正确，可能在连接的一瞬间，电子调节器已经损坏。

（4）**交流发电机搭铁接线柱与调节器搭铁接线柱间的连接导线不能省掉**　虽然交流发电机及调节器都已通过发动机机体和车身搭铁，但为使交流发电机及调节器工作可靠，在总线路中，又设有一条导线把交流发电机搭铁接线柱与调节器搭铁接线柱连接在一起，在维修接线时，不能随意省掉。

（5）**不能用短接“试火”的方法检验交流发电机的工作情况**　因为交流发电机的输出端与蓄电池正极是由导线直接连接的，无论交流发电机工作正常与否，在“试火”时，蓄电池都会短路放电，并且火花很强。用“试火”方法不仅检验不出交流发电机发电与否，而且容易产生瞬时高压，损坏交流发电机及调节器电子元件。

（6）**不能用兆欧表或照明电检验硅整流交流发电机和调节器**　因为兆欧表产生的电压和照明电的电压远远超出了交流发电机整流二极管及调节器电子元件的耐压极限，很容易将电子元件击穿损坏。

（7）**发动机熄火后应及时断开点火开关**　点火开关不但控制着点火系统、仪表系统电路，同时还直接或通过继电器控制着交流发电机励磁电路。发动机熄火后，如不及时断开点火开关，蓄电池会通过励磁绕组放电，浪费蓄电池电能，同时还容易烧坏交流发电机励磁绕组或调节器大功率晶体管。

（8）**交流发电机与蓄电池之间的导线一定要连接可靠**　当交流发电机高速运转时，如果该导线突然断开，会产生瞬时高压，损坏电子元件。

（9）**及时检修**　车辆在运行中，一旦发现不充电或充电电流过小，应立即停车检查维修。因为蓄电池容量有限，车辆在运行中单靠蓄电池为各用电设备供电，蓄电池在很短时间就会把电放完，形成过放电，直接影响蓄电池的寿命。同时，蓄电池放完电汽车被迫停驶后，给查找故障、排除故障、起动发动机都带来很大困难，增加了维修的难度。

△3-43　如何识别交流发电机的接线柱?

车型不同，交流发电机的机型也有区别，但一般机型均设有电枢、磁场、搭铁、中性点等接线柱。维修交流发电机时，若对各接线柱识别不清，不仅影响维修人员工作的进行，甚至还会损坏交流发电机。下面介绍交流发电机接线柱的 3 种识别方法。

（1）直观辨认法　交流发电机上较粗（Φ6mm）的接线柱为电枢接线柱；2 个较细（Φ3mm）的接线柱中的一个螺钉根部与外壳直接接触或用导电铜片相接的为搭铁接线柱，另一个与之相邻的细接线柱则为磁场接线柱，还有一个独立的接线柱为中性点接线柱。

（2）符号判别法　交流发电机的整流端盖上设有不同的接线柱，并在相应的位置上标有不同的字母符号（图 3-23），各符号含义及作用分别叙述如下。

1）“A”“B＋”或“B”（Battery，蓄电池）为电枢接线柱，向交流发电机内部与正整流板连接，向外输出电能，通过较粗的导线与蓄电池正极和起动机相连。另外，一般的电源输出线也称为“B”。

2）“F”（Field，励磁绕组）为磁场接线柱，应用于普通交流发电机，向交流发电机内部与励磁绕组的一端相连接，向外接电压调节器的“F”接线柱。对于整体式交流发电机（内置式集成电路电压调节器）来说，励磁绕组与集成电路调节器相连的一端也称为“F”。

3）“N”或“P”（Neutral，中性的）为中性点接线柱，向交流发电机内部与星形绕组连

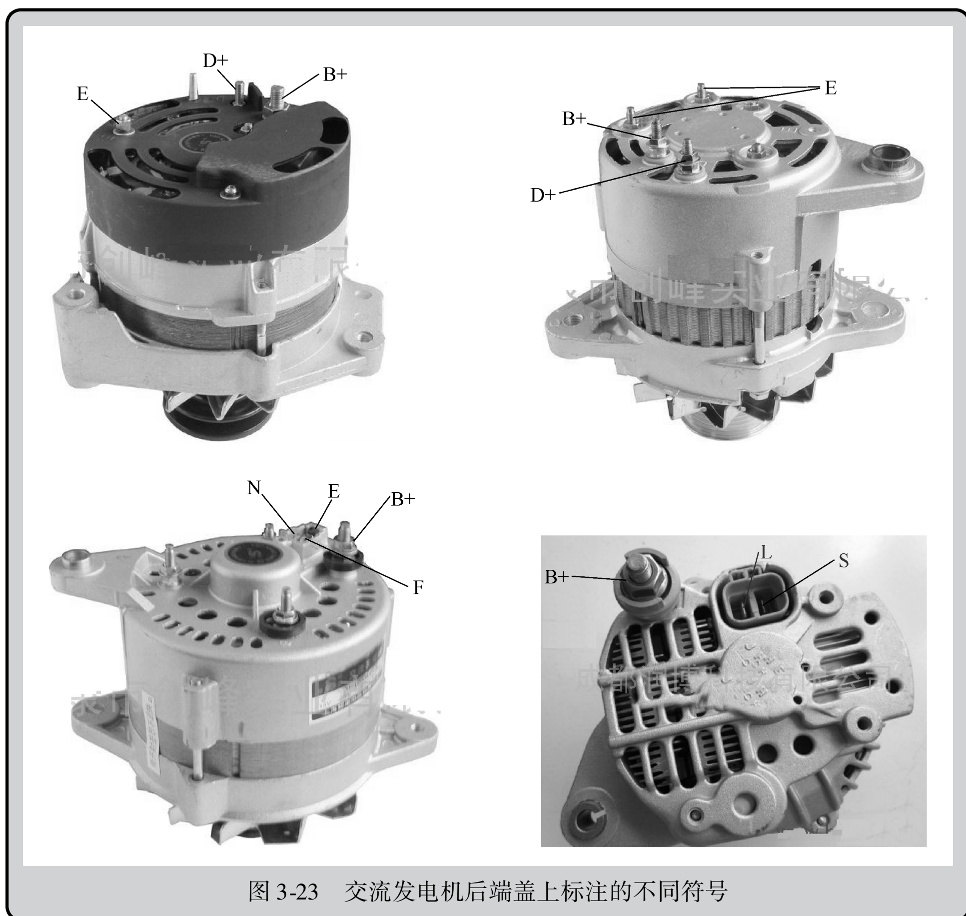


图 3-23　交流发电机后端盖上标注的不同符号

接的中性点相连接，向外对于普通交流发电机来说，一般用来控制各种用途的继电器，如充电指示灯继电器、磁场继电器等，对于整体式交流发电机（内装集成电路式调节器），中性点（或三相绕组中的一相接点）一般和集成电路调节器相连接。

4）“L”（Light，灯，光线）为充电指示灯接柱，对于整体式交流发电机（内置式集成电路电压调节器），向内和集成电路式电压调节器相连接，通过电压调节器来控制充电指示灯的工作，向外一般通过点火开关和充电指示灯相接。

5）“D +”为充电指示灯接线柱，标有“D +”接线柱的一般为采用三个专用磁场二极管的 9 管或 11 管的交流发电机，因而充电指示灯通过 3 个专用的磁场二极管进行控制，向外一般通过点火开关和充电指示灯相接。

6）“S”接线柱。现代汽车普遍应用的大功率交流发电机中常采用“S”端子，其作用为蓄电池电压检测线，向内与集成电路电压调节器相接，此线**一般为较粗的中间没有任何熔断装置的导线，与蓄电池的正极直接相连，用来检测交流发电机的电压高低，作用是控制电压调节器工作的基准信号**。

7）“E”（Earth 搭铁，搭铁，地线）搭铁接线柱常用搭铁标志“⊥”或“E”，对于普通交流发电机来说，“⊥”或“E”与交流发电机的外壳相连接，向外与电压调节器的“E”或“－”接柱相连接，目的是使交流发电机与电压调节器之间形成良好的搭铁回路，保障充电

系统正常工作。

8）“IG”（Ignition，点火）接线柱为点火线，一般通过此线来控制交流发电机的工作，向外一般通过点火开关与蓄电池正极相连接。

（3）万用表测量法　测量前先将交流发电机各接线柱上的导线拆下，把万用表置于“R×10”或“R×100”档，然后把一支表棒接交流发电机外壳，另一支表棒先后接电刷架上的2个细接线柱，显示电阻值为0的为搭铁接线柱，有电阻显示的则为磁场接线柱。电枢接线柱对搭铁电阻值大，中性点接线柱对搭铁电阻值小。

△3-44　交流发电机维修后有哪些测试方法?

对于检修后的汽车交流发电机，根据多年的维修经验，总结出以下3种测试方法。

（1）磁力的检测　此法主要是检测磁场绕组、电刷、电刷与集电环的接触，绕组与集电环的焊接，电刷弹簧等是否有故障。

方法1：用一根细导线将蓄电池的正极电压引至交流发电机的磁场F接线柱，在细导线触碰磁场接线柱的瞬间产生蓝色火花，证明励磁电路正常，无火花产生则证明励磁电路存在断路故障。

方法2：未励磁前用手转动带轮应很轻松，感觉不到阻力。励磁（将正极电压引给磁场F接线柱）后，用手转动带轮向顺时针方向旋转时，会感到有一个阻碍转动的力，这个力就是磁场产生的磁力。这时，用螺钉旋具或铁钉之类的铁器放在后端盖轴承的外面，有被磁力吸引的感觉，有磁力产生证明励磁电路正常。否则励磁后无磁力产生则证明磁场电路断路。

（2）电枢接线柱的检测　将万用表拨至R×1（Ω）的量程档位上，电枢接线柱“B+”与搭铁接线柱E之间应当有一个定值的正向电阻，这个阻值的大小随着不同电压等级（14V或28V）及不同型号的交流发电机而有所差异。如小解放CA1046L_2型汽车488发动机上安装的JFZ1815Z整体式交流发电机（14V，55A），电枢接线柱“B+”与搭铁接线柱E之间的正向电阻值为33Ω，反向阻值为∞（无穷大）。如果测得的正向电阻和反向电阻值皆为0，即为双向导通，证明元件板（正二极管所在的底板）存在着搭铁故障，这种故障大多是由于元件板的固定螺栓与元件板之间的绝缘（管、片）漏装或损坏造成的。

（3）励磁量输出（直流电压）的测试方法　这是为了确定交流发电机是否发电。操作方法如下：① 交流发电机的固定。在有台虎钳的地方，最好采用台虎钳夹固的方法稳定住交流发电机。即先用棉纱或破布包住交流发电机壳体，用张开的台虎钳口轻轻地夹住被棉纱或破布包住的机壳，不要用力夹，以防铝壳变形、扫膛甚至损坏。在没有台虎钳的地方，可用人力扶牢交流发电机。不论哪种方法固定都必须将电流负极（蓄电池或其他直流电源）与交流发电机机壳连通，组成负极搭铁结构。② 励磁量输出。在交流发电机与电压调节器分别安装在不同位置的分体式交流发电机测试中，只要给磁场接线柱F一个励磁电压，另一人用手轻轻转动（或用布带拉转）带轮，将万用表拨至直流电压档2.5V或10V的档位上，正表棒触电枢接线柱“B+”，负表棒触搭铁接线柱E或直接搭铁，带轮正向转动时，万用表表针应随之摆动，随着带轮转速的提高，表针的摆动幅度会加大，表示交流发电机有输出，随着转速的增加，输出（电压）也在增加。否则，励磁无回路火花产生或带轮转动时无输出（电压），都表示交流发电机不发电。

在整体式交流发电机的测试中，电压调节器大多安装在电刷架上，并且与电刷焊接在一起，只要将励磁电压加在“D +”接线柱上(“D +”为经过调节器调节后的磁场或磁场二极管的输出端接线柱)，输出电压在“B +”接线柱上测量，此时带轮仍向正时针方向转动。其他测试方法与分体式交流发电机完全相同。例如，大众系列多个车型的整体式交流发电机(14V,55A)，后端盖上设有“B +”、“D +”和 E 3 个接线柱，就适合用本方法测试。

☆3-45 如何对丰田轿车充电系统进行诊断与检测?

1. 丰田轿车充电系统的构成

图 3-24 所示为丰田车交流发电机及单片式集成电路电压调节器的外形图，集成电路电压调节器装于交流发电机内部，构成整体式交流发电机。集成电路电压调节器共有 7 个接线柱，其中“B”“F”“P”“E”4 个接线柱用螺钉直接与交流发电机相连，接线插座内的“IG”“L”“S”3 个接线柱用插接器引出，其功能与夏利轿车多功能集成电路电压调节器基本相同。图 3-25 所示为丰田车装用多功能 M 型 IC 电压调节器的整体式交流发电机的电路图，称为 MIC 的混合集成电路，大多数丰田汽车都使用这种集成电路电压调节器。

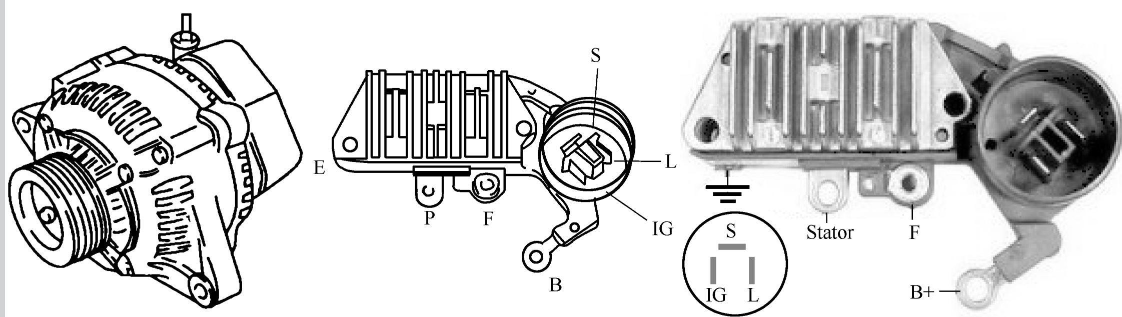


图 3-24 丰田汽车交流发电机用电压调节器的外形

2. 丰田轿车集成电路电压调节器的检测方法

检测丰田轿车集成电路电压调节器时可按图 3-26 所示方法进行线路连接。

1）检查时，在电压调节器 B、S 与 E 端子间各接一只 0 ~ 16V 的可调直流电源，B 与 F 端子间接一只 12V 4W 的仪表灯泡(代替充电指示灯)，并在 IG 与 B 端子间接 1 只开关 K_1。开关 K_1 闭合时，试灯 1、2 应点亮。

2）P 与 E 端子之间接一只 6V 蓄电池和一只开关 K_2，当开关 K_2 闭合时试灯 2 应熄灭，当开关 K_2 断开时试灯 2 应点亮。

3）调节可调直流电源 1，当电压升高到 15. 5V 以上时试灯 2 应熄灭，当电压下降到 13. 5V 以下时试灯 2 应点亮。

4）调节可调直流电源 2，当电压下降到 13. 5V 以下时试灯 1 应点亮。

若检测结果不符合上述要求，表明电压调节器已损坏。

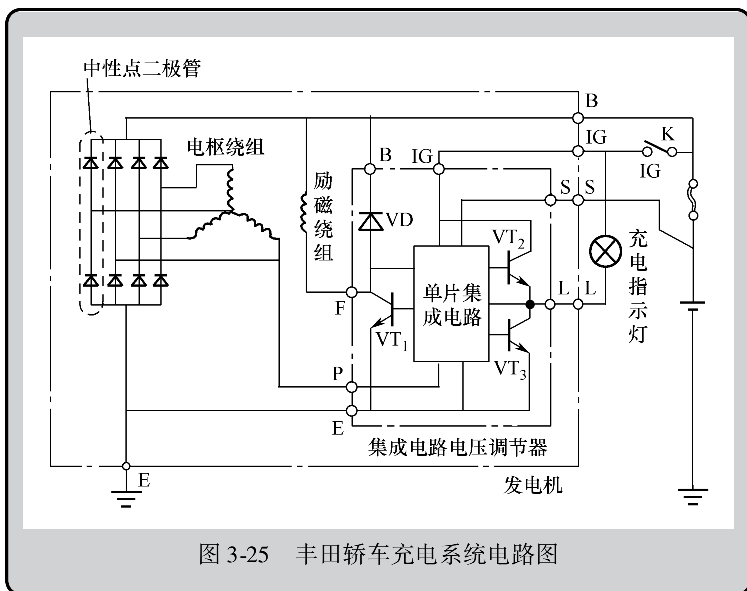


图 3-25　丰田轿车充电系统电路图

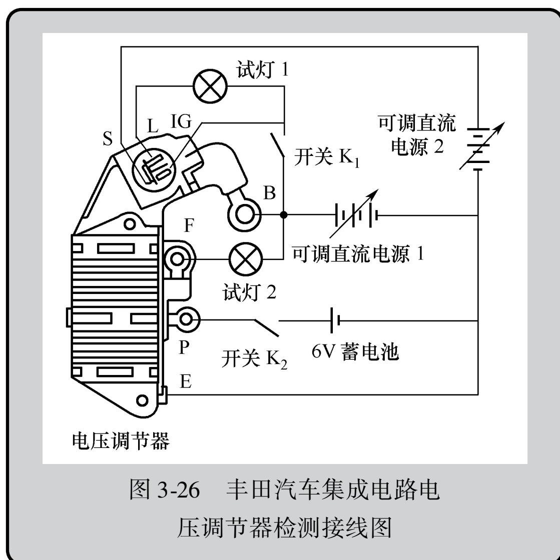


图 3-26　丰田汽车集成电路电压调节器检测接线图

☆3-46　如何对丰田 M 型电压调节器进行分析与检测?

现在使用的整体式交流发电机(由三相同步交流发电机、硅整流器和集成电路电压调节器组成)，其性能指标不断提高，功能不断增加，这主要依赖于其内部集成电路电压调节器的发展。日本电装生产的集成电路电压调节器主要有 M 型、D 型和 G 型。

1. M 型电压调节器外形及电路连接

M 型集成电路电压调节器广泛应用于丰田汽车交流发电机上，它通过侦测蓄电池电压来调节交流发电机的输出电压，其外形和端子如图 3-27 所示，连接电路如图 3-28 所示。

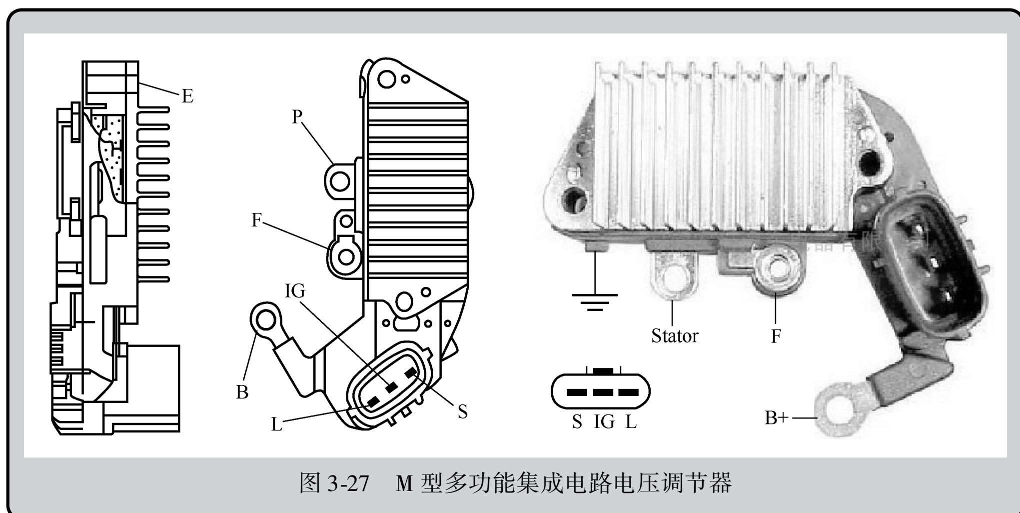


图 3-27　M 型多功能集成电路电压调节器

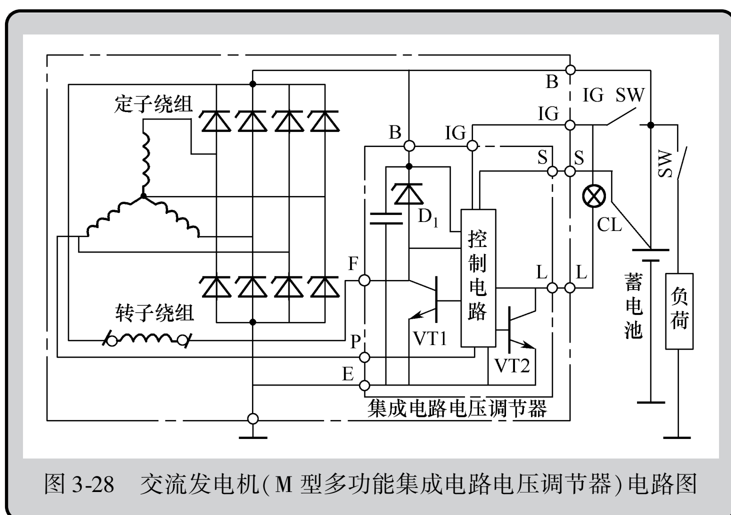


图 3-28　交流发电机(M 型多功能集成电路电压调节器)电路图

2. M 型电压调节器端子说明

在交流发电机内部，调节器上的 F、P、E 三个端子用螺钉直接和交流发电机连接。F 端子用于控制磁场绕组的通断；P 端子用于侦测三相电枢绕组的相电压；E 端子为调节器的搭铁端。B 端子用螺钉引出，用于向蓄电池充电，同时也作为交流发电机输出电压的侦测端。IG、L、S 三个端子通过插接器引出。IG 端子与点火开关连接，为 IC 提供电源；L 端子与充电指示灯连接，用于控制其点亮或熄灭；S 端子与蓄电池连接，用于侦测蓄电池电压。

3. 检测

（1）就车检查

1）起动发动机，用薄铁片靠近交流发电机带轮，感知有无吸力。若有吸力，而交流发电机不发电，可能是定子绕组断路或整流器损坏；若无吸力，说明磁场绕组无电流，可能是绕组断路或电压调节器故障。

2）断开交流发电机插接器，测量线束插座上各端子的电压。

① B 端子检测：因为 B 端子与蓄电池正极直接连接，所以，无论点火开关是否接通，

用万用表电压档测量线束侧 B 端子，其电压值均应为蓄电池电压，否则说明线路断路或接触不良。因为交流发电机通过整流器对外供电，将交流电转变为直流电，B 端子为正极，外壳为负极。所以，用万用表测量交流发电机上的 B 端子与外壳之间的电阻，正反各测一次，应一次导通，一次不导通。否则说明整流器有问题。

② S 端子检测：因为 S 端子与蓄电池正极直接连接，所以，无论点火开关是否接通，其电压值均应为蓄电池电压，否则说明线路断路。

③ L 端子检查：因为 L 端子为充电指示灯的搭铁控制端，所以，接通点火开关时，其电压值应为蓄电池电压，否则说明灯泡损坏、开关接触不良或线束断路。

④ IG 端子检查：接通点火开关，其电压值应为蓄电池电压，否则说明断路；断开点火开关，其线束侧电压值均为 0V，否则有短路现象。

就车检测是交流发电机发生故障以后的初步检测，用于判定故障范围是发生于外围电路（线束）、整流器、磁场绕组、定子绕组还是发生于电压调节器。

（2）电压调节器的检测　若就车检测无法排除故障，一般应解体交流发电机，对电压调节器进行检测。M 型集成电路电压调节器检测连接线路如图 3-29 所示。

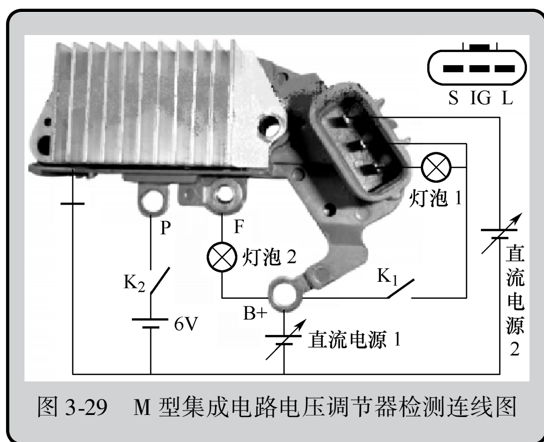


图 3-29　M 型集成电路电压调节器检测连线图

1）在调节器 B、S 与 E 端子之间，各接 1 个 0～16V 的可调直流电源，B 与 F 端子之间接 1 只 12V 4W 的直流灯泡（代替磁场绕组），L 与 IG 端子之间接 1 只 12V 4W 的灯泡（代替充电指示灯），并在 IG 与 B 端子之间接 1 只开关 K_1。当开关接通时（相当于发动机点火开关接通，发动机未起动工况），灯泡 1、2 都应点亮。

2）P 与 E 端子间接 6V 蓄电池和开关 K_2。保持 K_1 接通，当 K_2 接通时（相当于发动机起动），灯泡 1 熄灭；K_2 断开，灯泡 1 应点亮。

3）断开直流电源 1，调节可调直流电源 2，当电压升高到 17.5V 以上时，灯泡 2 应熄灭；当电压下降到 16.5V 以下时，灯泡 2 应点亮。灯泡 1 一直点亮（相当于 S 端子断路）。

4）断开直流电源 2，调节可调直流电源 1，当电压升高到 14.5V 以上时，灯泡 2 应熄灭；当电压下降到 13.5V 以下时，灯泡 2 应点亮。灯泡 1 一直点亮（相当于 B 端子断路）。

若检测结果不符合产品的工作参数，则表明调节器已损坏。

3-47　如何诊断迈腾 B7L 车起动后充电指示灯常亮的故障？

2012 年上市的迈腾 B7L 是大众 B 级车的第七代车型，代表大众 B 级车的最高水准，外表吸取大量辉腾的设计元素，因而被称为小辉腾。迈腾整体感觉既大气又精致，内部空间也堪比 C 级车，甚至许多功能配置在 C 级车上才能见到。

一辆迈腾 B7L 轿车，起动后充电指示灯常亮。由于此车是新车，总计行驶里程不到 30km。首先用 VAS5052A 检测发动机系统。中央电器控制单元（J519）、仪表控制单元

(J528)、发电机本身、蓄电池及相关控制单元中均没有与充电指示灯点亮相关的故障码，J519只报供电电压过低导致功能受限的故障存储。根据此车的电路结构(图3-30)及故障现

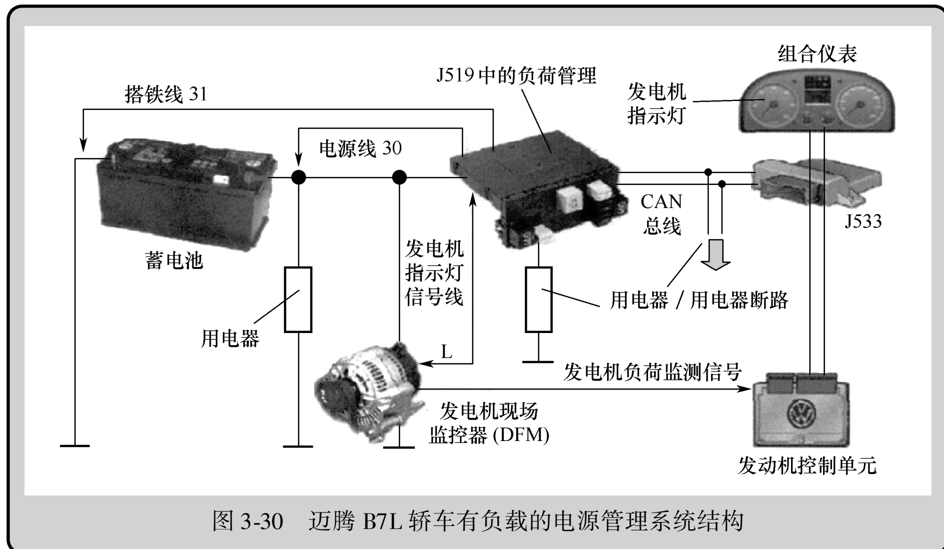


图3-30 迈腾B7L轿车有负载的电源管理系统结构

象判断，发动机起动后充电指示灯常亮的可能原因有：发电机本身故障或者发电机连接线路故障及蓄电池自身损坏；仪表本身及仪表线路有故障(由于充电指示灯点亮是通过仪表控制单元显示的)；J519自身原因及线路故障；发动机控制单元及线路故障。

根据以上4点分析，再次用VAS5052A进入发动机数据流01-08-53组，查看发电机数据流，发动机怠速转速为760r/min，发电机输出电压约为13.8V，负荷约为56%，上述数值理论上属于正常。通过此数据，用万用表检测发电机B端子在起动后的发电机发电电压值，也在13.8V左右，这说明发电机应该是发电的。

那么，为什么此车在起动后充电指示灯还常亮呢？根据以上4点结合此车发电机电路图(图3-31)检查分析判断，发动机起动后检查发电机T2gc/2-DFM孔(01-08-53组数据)在发电机工作正常时的数据：发动机转速为840r/min，发电机输出电压约为13.84V，发电机负荷为65.5%(发电机有负载时负荷会随着车辆用电器的增加而变大)，此线是发电机给发动机控制单元的发电负荷线。DFM检测发电机的发电量，在负荷过大、电量不够的情况下，用

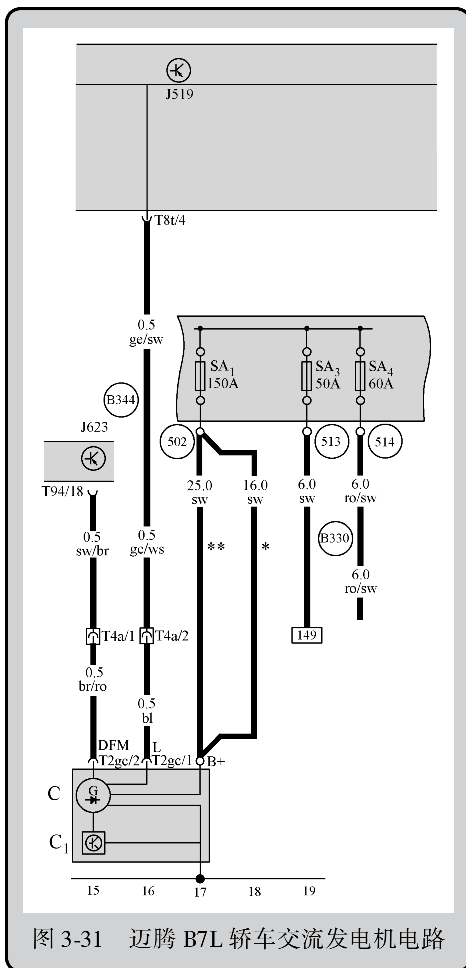


图3-31 迈腾B7L轿车交流发电机电路

以提高发动机转速。再次检查发电机 T2gc/1 的 L 励磁线，在发动机未起动状态下断开 T2gc/1 导线连接器，接通点火开关，充电指示灯不亮，通过试灯或者接上发电机后充电指示灯点亮，等电位后充电指示灯熄灭。此车仪表是通过网关、数据总线与 J519 连接的，说明此线路及仪表没问题。那么为什么在起动后充电指示灯常亮呢？结合此车电路图仔细分析判断，故障原因可能出在 J519 或者发电机、蓄电池。由于此车是新车，考虑到蓄电池和发电机损坏的可能性很小，所以在换掉 J519 后试车，问题解决。

☆3-48 如何排除奥迪 Q7 车发动机无法起动的故障？

奥迪 Q7 是一款强调舒适性的全尺寸 SUV，将运动性、功能性、高科技和豪华品质巧妙地融为一体。在公路上，它凭借无限动感的操控性与运动特性脱颖而出；在越野路面，它强劲的驱动力更令人惊叹。奥迪全新 2014 款 Q7 正式在国内上市，代表着奥迪品牌开始在国内 SUV 市场上发力，首先要抢占的就是顶级豪华 SUV 市场。奥迪 Q7 凭借自身不凡的魅力，在国内也受到很多消费者的青睐。

一辆 2012 款奥迪 Q7 多功能运动车，行驶 2 万多 km。驾驶人反映车辆无法起动。检查发现此车蓄电池已经严重亏电，蓄电池没有电是车辆无法起动的直接原因。作为奥迪最新款的车型之一，针对电能控制方面专门设计了一个功能强大的控制器——电能管理控制单元 J644。此控制单元可以对蓄电池进行功能测试、记录过去供电状态的历史数据、调整检测发电机的功率、根据整车电网用电情况逐级切断各用电设备来保证车辆的起动性能。这些功能可以保证蓄电池一直可以保持一个良好的状态。因此，因蓄电池没电而导致车辆无法起动情况还是比较少见的。之所以出现这种情况，不外乎这几种可能：①蓄电池本身质量问题无法存电；②车辆自身静电流过大，电能消耗严重；③发电机发电不足导致蓄电池长期处于入不敷出状态。

蓄电池完全充电后用专用的蓄电池检测仪对蓄电池检测，显示蓄电池状态良好。用专用诊断仪 VAS 5051 对车辆进行静态电流测试，结果显示，静态电流测试正常，无漏电现象。排除①、②两种可能存在的故障。读取电能管理控制单元的历史数据，显示此车的蓄电池存在多次长时间大电流放电，且一直无电流输入历史记录。从历史数据来看，此车故障应是发电机不发电引起的。

奥迪 Q7 发电机的主控制器是电能管理控制单元，电能管理控制单元通过一根专门的信号线（比特同步接口）BSS 和发电机的调节器直接相连，如图 3-32 所示，“C”表示发电机调节器；“J644”表示电能管理控制单元。

利用此信号线发送数字信号到发电机的调节器，调节器利用此信号来控制发电机的励磁电压和励磁电流，从而实现发电机的功率调节。起动车辆，观察发电机指示灯，发现发电机指示灯常亮。

作为奥迪最新款 Q7 多功能车，发电机指示灯的控制比较复杂。首先发电机通过比特同步接口把发电机的状态信息发送给电能管理系统控制单元，此状态信息是发电机指示灯控制的基础。其中包含有发电机指示灯的信息。发电机指示灯控制的信息通过电源管理控制单元 J644 发送到 CAN 舒适便捷功能系统总线上，并通过数据总线诊断接口 J533（网关）把该信息置于组合仪表 J285 CAN 上，组合仪表内的控制单元读取来自仪表 CAN 的信息并控制发电机指示灯亮起或熄灭，如图 3-33 所示。

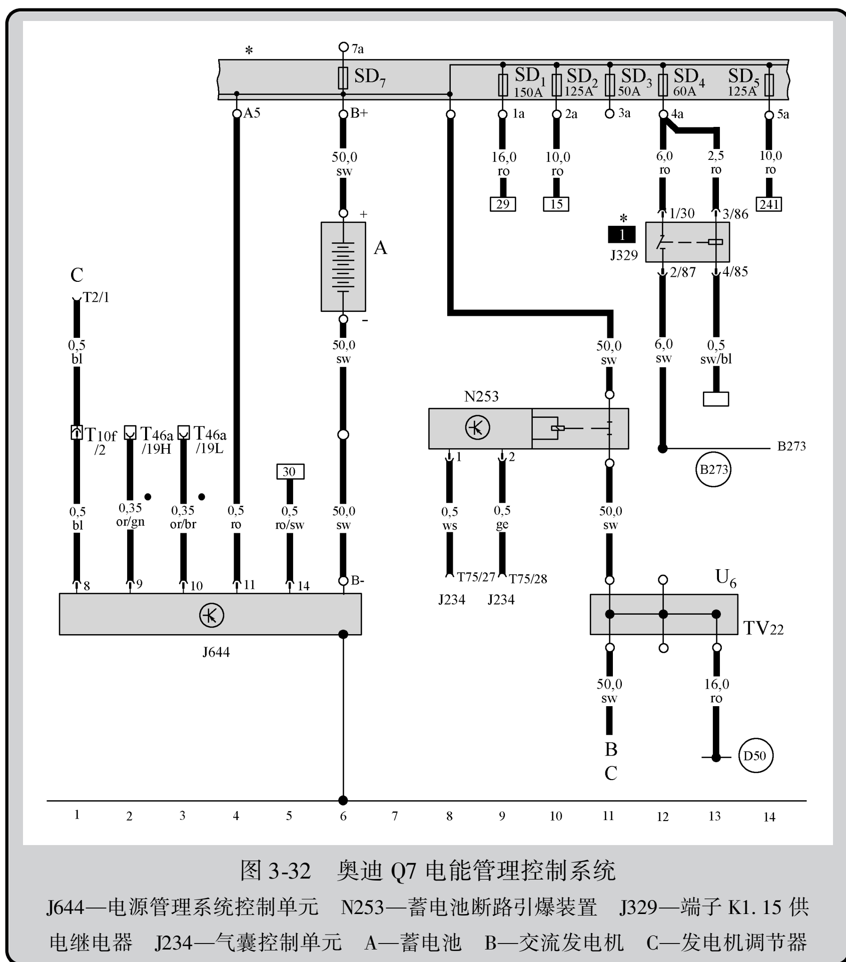


图 3-32　奥迪 Q7 电能管理控制系统

J644—电源管理系统控制单元　N253—蓄电池断路引爆装置　J329—端子 K1. 15 供电继电器　J234—气囊控制单元　A—蓄电池　B—交流发电机　C—发电机调节器

通常发电机指示灯常亮时会有两类故障：①发动机运转并且发电机出现机械故障持续至少 10s；②发电机或者 BSS 出现电气故障持续至少 10s。

观察发电机的运转，发电机运转平稳，无异常噪声。排除发电机机械故障的可能。下一步使用 VAS 5051 对“发电机电压控制元件测试”进行测试，如图 3-34 所示。检测结果显示发电机功能正常，排除第 3 种可能的故障。

既然发电机机械和电气部分都没有问题，那么发电机为什么不发电呢？难道是电能管理控制单元有问题？但是电能管理控制单元内没有任何故障记录，并且电能管理控制单元也不应该这么容易损坏。再次查询所有控制单元诊断记录，发现在进入和起动许可控制单元 J518

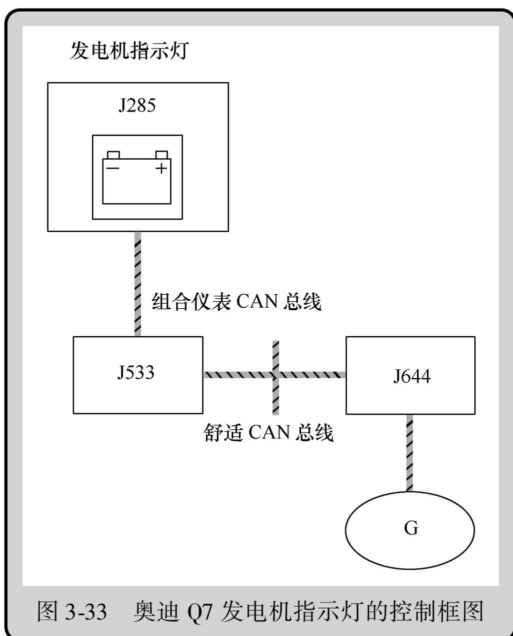


图 3-33　奥迪 Q7 发电机指示灯的控制框图

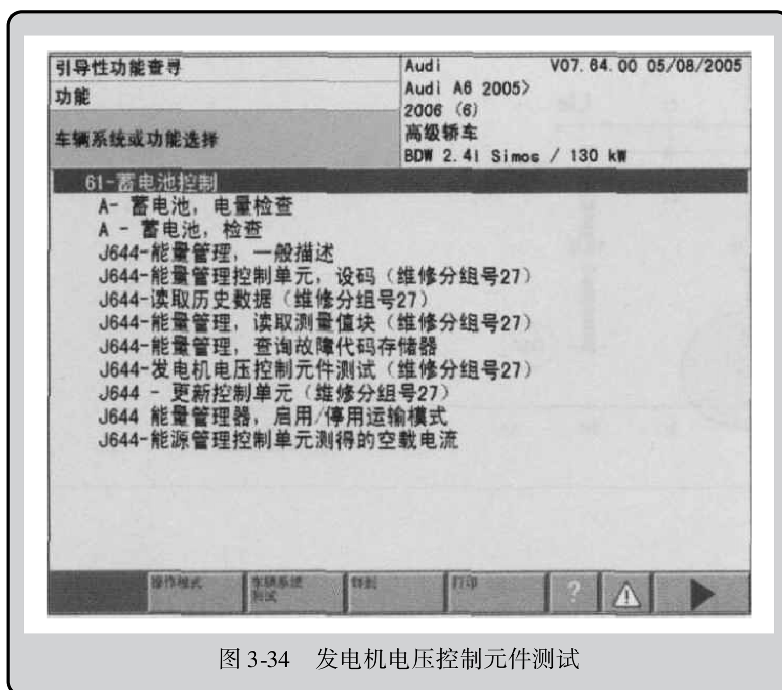


图 3-34　发电机电压控制元件测试

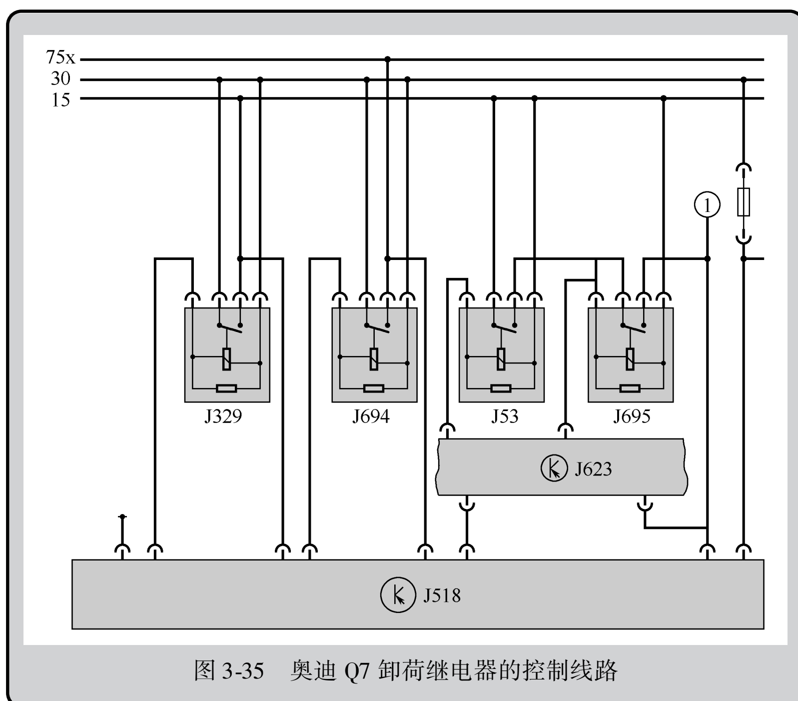


图 3-35　奥迪 Q7 卸荷继电器的控制线路

内有故障记录："继电器 J694 无信号"。资料显示，"继电器 J694"指 75X 供电继电器。难道说卸荷继电器工作不良可以导致发电机不发电？查阅奥迪 Q7 的技术资料显示，奥迪 Q7 的卸荷继电器由进入和起动许可控制单元控制，同时在继电器的 87 号输出端子又引出一路线作为反馈信号线，如图 3-35 所示。进入和起动许可控制单元利用这根反馈信号线上的电

位来评价卸荷继电器的执行情况。如果进入和起动许可控制单元 J518 未接到此反馈信息，则控制单元 J518 会认为此时卸荷继电器工作不正常，可能会导致在起动时无法切断部分用电器，影响起动性能。同时，进入和起动许可控制单元 J518 把此信息发送到数据总线系统上，各控制单元为保证起动，会切断大的用电器，这时电源管理控制单元 J644 也会阻止发电机工作。

弄清楚控制原理后，检查卸荷继电器，发现卸荷继电器果然卡在了吸合位置。更换继电器后，起动车辆，发电机指示灯工作正常。在起动接线柱上测量电压，发电电压为 14.5V，正常。

★3-49　如何排除现代 NF 御翔轿车大修后顶灯和仪表背景灯闪烁的故障？

NF 御翔是北京现代第一款拥有中文（而非译音）名字的产品，北京现代希望能通过 NF 御翔在中高档车型的细分市场中，占据一席之地。NF 御翔中的“御翔”是驾驭高飞的意思，北京现代相信这款车将助社会精英以及商务用户驰骋商场，展翅飞翔，马到成功。从外观上看，NF 御翔是欧式精致典范的代表，个性而富有创意，大胆而富有动感。作为国内最具潜力的中高级轿车新锐力量，NF 御翔的外形设计充满着运动气息。

一辆 2005 款豪华型 2.4L 现代 NF 御翔轿车，配备自动变速器，行驶里程 20 万 km。据驾驶人反映，该车大修后出现顶灯和仪表背景灯闪烁的故障现象，在一维修厂更换了交流发电机和主继电器，但故障现象依旧。

接车后首先进行检查，在发动机工作过程中，开启顶灯和仪表背景灯，存在闪烁现象；发动机停止工作后，顶灯和仪表背景灯闪烁现象消失。初步推断充电系统存在故障。

现代 NF 御翔轿车充电系统电路如图 3-36 所示。充电系统的工作原理是：发动机控制模块（ECM）通过其 6 脚（常供电源端）检测电源系统电压，并结合其他修正信号确定发电机输出的工作电压，然后通过其 61 脚输出控制信号到 IC 调节器的 FR 端，再由 IC 电压调节器控制磁场绕组电流的大小，进而控制发电机输出电压的高低。

用车博士 V30 诊断仪进入 ECM 检测，没有故障码输出。读取数据流，电源电压在 13.5～14.0V 之间缓慢波动；辅助电源显示为“NO GOOD”，其他数据正常。

辅助电源指的是蓄电池，ECM 将起动时检测到的蓄电池电压与工作时的电源电压进行比较，若二者的差值小，则显示辅助电源“GOOD”；若二者的差值大，则显示辅助电源“NO GOOD”。

用万用表检测交流发电机 +B 端子（输出）与发动机搭铁之间的电压为 13.7V，与 ECM 的数据流相近；检测蓄电池 2 个极柱之间的电压，为 12.7V。上述检测数据与辅助电源显示“NO GOOD”相符，同时说明交流发电机 +B 端子与蓄电池极柱之间存在线路电压降。

查阅电路图可知，ECM 是通过 6 脚检测电源系统电压的，该端子通过发动机接线盒与交流发电机 +B 端子相连。现在 +B 端子与发动机搭铁之间的电压为 13.7V，与 ECM 的数据流相近，说明 +B 端子与发动机接线盒之间基本没有线路电压降。因此，线路电压降存在于发动机接线盒与蓄电池正极柱之间，或者是蓄电池负极线存在接触电阻。

检查蓄电池与发动机接线盒之间的线路，良好；检查蓄电池正极连接端子，良好；检查

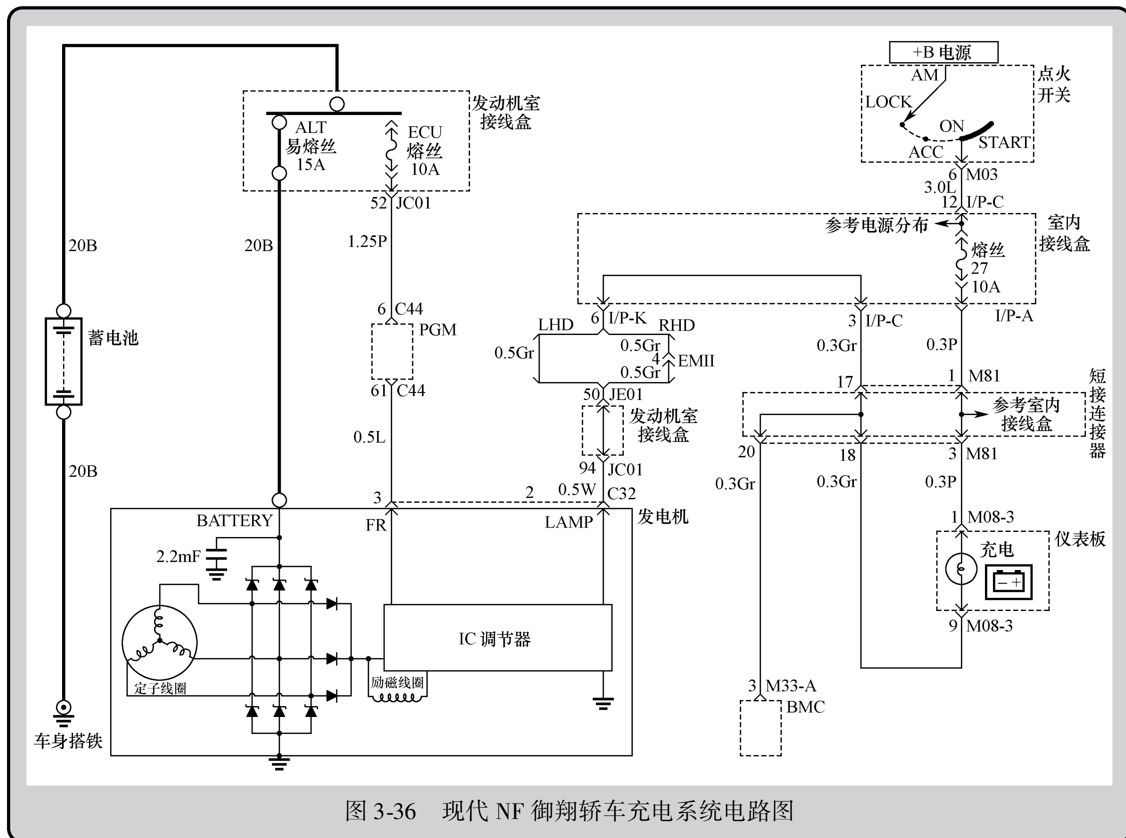


图 3-36　现代 NF 御翔轿车充电系统电路图

蓄电池负极连接端子，发现上面有油漆。将油漆去除后，试车读取数据流，电源电压为 14. 5V，辅助电源的显示变为“GOOD”，各种灯光正常，故障排除。

在交流发电机工作过程中，由于蓄电池负极连接端子与搭铁之间存在接触电阻，使蓄电池部分丧失储能功能，交流发电机输出的多余电流不能完全达到蓄电池，从而使电流沿着各个回路不稳定流动，造成顶灯与仪表背景灯闪烁的故障现象。在交流发电机不工作时，由蓄电池给顶灯、仪表背景灯供电，所以不存在闪烁现象。

现代汽车的充电系统普遍采用由 ECM 参与或直接控制交流发电机的磁场电流的通断频率，根据发动机的实际工况来精确控制交流发电机的输出电压。维修人员只有充分利用微机控制单元提供的信息、检测值，并对照电路图进行综合分析，才能准确判断故障部位。

☆3-50　如何对别克 GL8 交流发电机控制系统进行电路分析？

随着汽车技术的发展，汽车交流发电机的控制方式也不断更新，由以前的同一车系交流发电机控制系统和控制方式相同。发展到现在，同一车系各车型的交流发电机控制系统、控制方式都有所不同。

1. 充电系统电路说明

如图 3-37 所示，GL8 交流发电机控制端子共有两根线路。

端子 B 脚 225，红色线 L 端子，是 PCM 在着车后向交流发电机调节器提供的 5V 励磁电

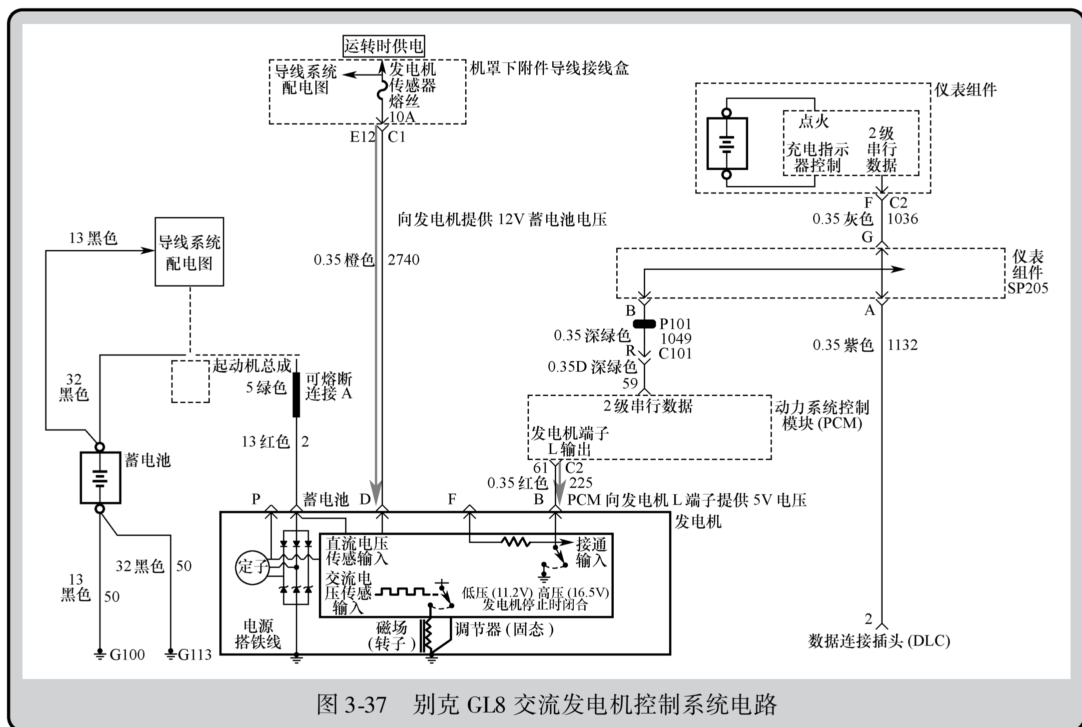


图3-37　别克GL8交流发电机控制系统电路

压，正常着车在线测量电压在4.5V左右，着车后拔下插头测量为5V，发动机熄火后为0，当交流发电机内部调节器故障或调节器检测到反馈电压低于11.2V或高于16.5V时，会把5V电压拉低到1V以下，PCM通过L端子检测到低于1V以下时通过2级串行数据，点亮仪表中的蓄电池灯。

端子D脚2740橙色线路是熔丝盒提供给交流发电机的12V蓄电池电压，作用是给交流发电机内部调节器提供一个反馈电压，如果此线路断路、虚接、低电压，交流发电机内部调节器会拉低L端子5V电压至1V以下，PCM当检测到L端子低电压时，通过2级串行数据，点亮仪表中的蓄电池灯。

2. 交流发电机控制系统检测方法

当交流发电机控制系统出现故障后，发动机控制模块会存储相关故障码，可以使用专用故障诊断仪TECH-2对发动机控制模块进行诊断，例如出现P0620交流发电机性能故障码，然后可以使用万用表对控制线路进行针对性的测量，具体测量方法如下：

起动发动机，使用万用表直流电压档，在端子的背后插入探针(大头针也可)，万用表一端搭铁，另一端测量L端子电压，正常应该在4.5V左右；交流发电机D脚控制端子测量电压应该为蓄电池电压；在着车情况下拔下交流发电机控制插头，测量L端子电压应该为5V，D脚为蓄电池电压，并且能点亮试灯。

☆3-51　如何对2003款别克君威交流发电机控制系统进行电路分析？

1. 2003款别克君威充电系统电路图说明

交流发电机的作用是提供操作车辆电气系统的电压，并给蓄电池充电。电流流过转子产

生磁场，当转子由发动机驱动时磁场转动切割磁力线，在定子绕组中产生交流电压，交流电压由桥式整流器转换为直流电，由蓄电池端子供给电气系统和蓄电池充电。交流发电机数字调节器采用数字技术，供给转子电流，从而控制输出电压，转子电流与数字调节器所提供的电脉冲宽度成比例。当点火开关置于 RUN 运行位置，动力系统控制模块 PCM 提供电压给端子 L，从而开启数字调节器。窄脉冲宽度供给转子，产生一个弱磁场，当发动机起动后，数字调节器通过检测定子的交流电压(通过内部导线)，感知交流发电机转动。一旦发动机运转，数字调节器则通过控制脉冲宽度来改变磁场电流，这样就可调节交流发电机输出电压，为蓄电池适当充电，使电气系统正常操作。电压一直通过电路 2740 从发动机罩下附件导线接线盒中熔丝 18 供给交流发电机端子 S，这种方法可以更好地测量系统工作电压。动力传动系统控制模块 PCM 也通过 23 电路使用 F 端子，监测交流发电机工作情况。动力系统控制模块 PCM 控制带固态灯驱动器的充电指示灯，当灯驱动器检测到一个或者所有的下述情形就变亮：

当检测到低电压(低于 11.2V)；

当检测到高电压(高于 16.5V)；

当检测到交流发电机停止运转。

2. 交流发电机控制系统测量方法

如图 3-38 所示，交流发电机控制线路端子共有 3 根线，这 3 根线都可以通过万用表的电压档来测量，可以使用探针在端子后端插入，它们的功能和测量数据分别如下。

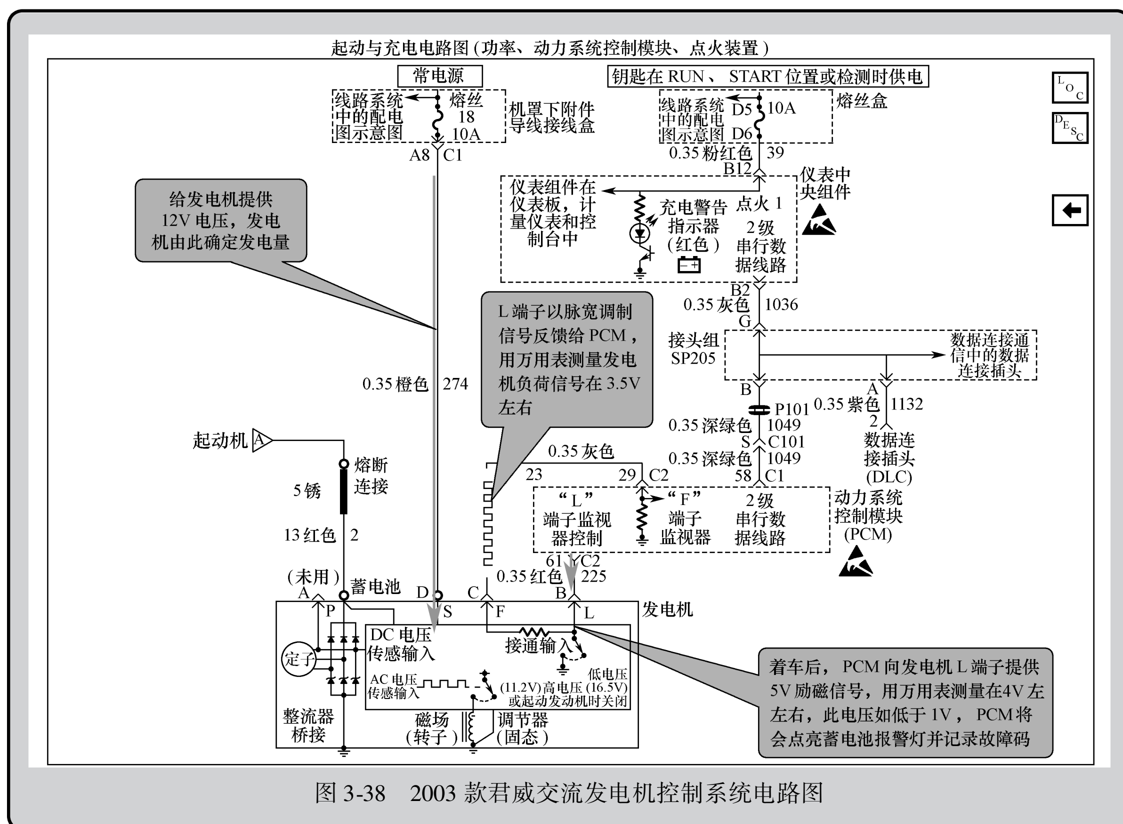


图 3-38 2003 款君威交流发电机控制系统电路图

(1) S 端子 S 端子是 2740 橙色线，此端子通过熔丝 18 向交流发电机提供 12V 蓄电池

电压，作用是向交流发电机反馈当前的发电电压。如果此线路断路、虚接、电压过低，交流发电机内部调节器将使 L 端子电压低于 1V，PCM 检测到 L 端子电压低于 1V，通过 2 级串行数据点亮仪表中的蓄电池灯并设置故障码。

（2）F 端子　F 端子是 23 灰色线，F 端子是反馈的简称，此端子作用是交流发电机向 PCM 反馈交流发电机负荷信号，是脉宽调制信号。作用是让 PCM 知道交流发电机的负荷，但是发电量不由 PCM 控制，只有交流发电机本身自控。此电压着车后在 2 ~3V 之间，如果此电压过高或过低会点亮故障灯。

（3）L 端子　L 端子是 225 红色线。L 端子是励磁的简称，此端子的作用是 PCM 着车后向交流发电机提供的励磁电压，不着车电压为零，着车后拔下插头测量为 5V，插上插头正常电压在 1V 以上，实测为 4. 5V，低于 1V 会点亮故障灯，PCM 利用 L 端子电压检测，当低于 1V 时 PCM 通过 2 级串行数据点亮仪表故障灯并设置故障码，如图 3-39 所示。



图 3-39　2003 款别克君威 L 端子在线测量（起动发动机）数据

☆3-52　如何对 2009 款别克君威交流发电机控制系统进行电路分析？

1. 2009 款君威交流发电机控制系统电路图说明

交流发电机控制端子有两根线，如图 3-40 所示，交流发电机受控于 ECM。

（1）L 端子　L 端子是 25 号线路，作用是发动机起动后向交流发电机提供 11V 励磁电压，着车后用万用表测量 L 端子电压为 11V 左右，不着车无电压。发动机控制模块（ECM）使用交流发电机接通控制电路，以控制发动机上的交流发电机负载。发动机控制模块的高电平侧驱动器向电压调节器提供电压。以此来控制电压调节器接通和断开磁场电路。发动机控制模块监测交流发电机接通控制电路的状态。当点火开关置于 ON 位置且发动机关闭，或充电系统发生故障时，发动机控制模块应在交流发电机接通控制电路上检测到电压过低。发动机运行时，发动机控制模块应在交流发电机接通控制电路上检测到电压过高。

（2）F 端子　F 端子是 23 号线路，作用是向发动机控制模块反馈交流发电机负荷以及交流发电机故障，正常用万用表测量该端子电压在 3V 左右，发动机控制模块（ECM）使用交流发电机磁场占空比信号电路或 F 端子电路，以监测交流发电机的占空比。交流发电机磁场占空比信号电路连接至交流发电机励磁线圈的高侧。在电压调节器内的脉冲宽度调制（PWM）高侧驱动器使励磁线圈接通和断开。发动机控制模块使用脉冲宽度调制信号输入，以确定发动机上的交流发电机负载。这样，发动机控制模块可以调节怠速转速以补偿高电气

负载。发动机控制模块监测交流发电机磁场占空比信号电路的状态。点火开关置于 ON 位置且发动机关闭时，发动机控制模块应检测到占空比接近 0。发动机正在运行时，占空比应在 5% ~99% 之间。

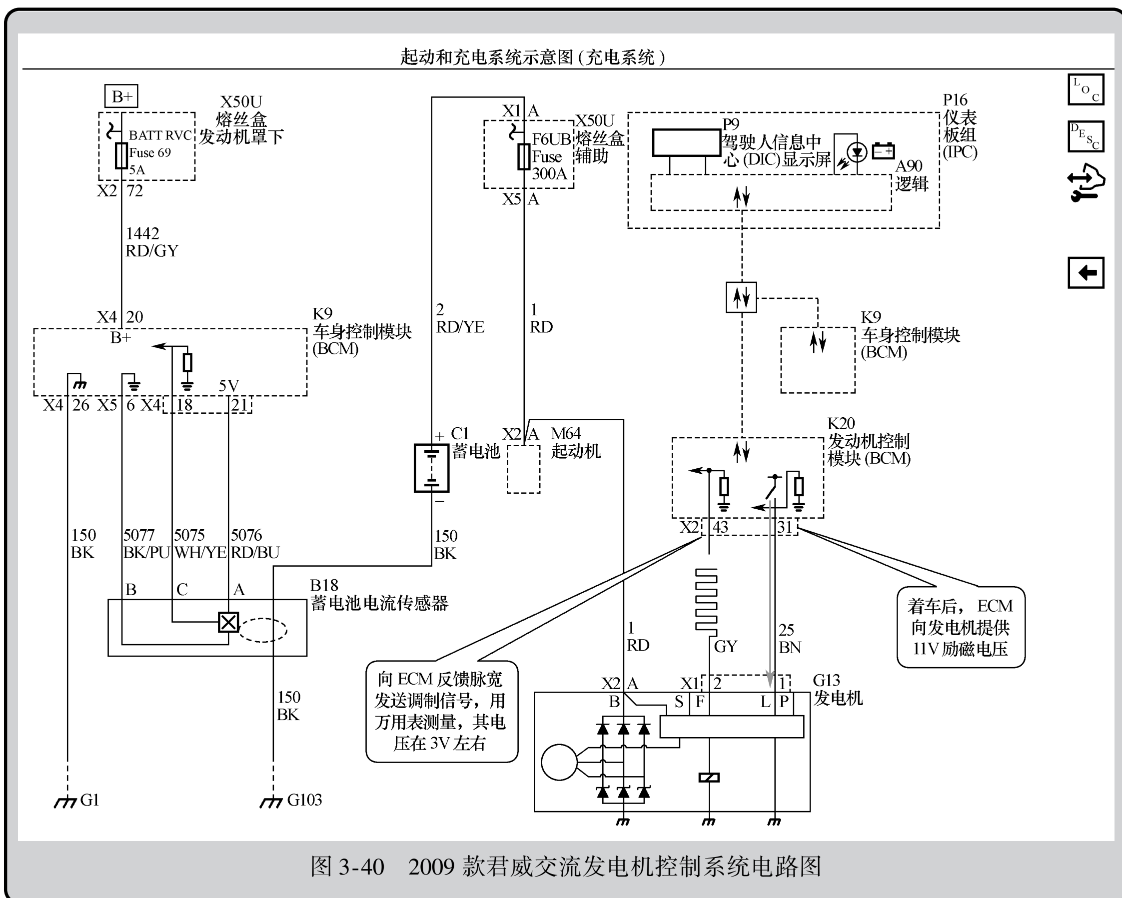


图 3-40　2009 款君威交流发电机控制系统电路图

2. 2009 款君威交流发电机控制系统测量方法

ECM 检测交流发电机控制系统，当存在故障后，ECM 通过网络通信点亮仪表中的蓄电池灯并设置相关故障码，可以通过 GDS + MDI 专业诊断仪进行诊断，然后可通过万用表电压档进行电压测量，测量时使用探针在控制端子后端插入。

☆3-53　如何对 2007 款别克君越交流发电机控制系统进行电路分析?

1. 2007 款君越交流发电机控制系统电路图说明

发动机控制模块(ECM)使用交流发电机接通信号电路，来控制交流发电机施加在发动机上的负载。发动机控制模块(ECM)的高侧驱动器向调压器施加一个电压，此信号指示调压器接通和断开磁场电路；当发动机控制模块(ECM)接通高侧驱动器时，则调压器接通磁场电路；当发动机控制模块(ECM)断开高侧驱动器时，则调压器断开磁场电路。发动机控制模块(ECM)监测交流发电机接通信号电路的状态，当发动机运行时，发动机控制模块

(ECM)应当检测到一个较高的交流发电机接通信号电路电压，否则充电系统有故障。如果发动机控制模块(ECM)检测到交流发电机接通信号电路电压过低，则设置 DTC P0621。当设置该故障码时，发动机控制模块将发送一条串行数据信息至仪表板组合仪表(IPC)以点亮充电指示灯。

2007 款君越交流发电机控制端子有两根线：

J1-2 端子是交流发电机的 L 端子，发动机控制模块(ECM)向交流发电机提供 5V 脉宽调制信号，该信号是一个 128Hz、0% ~100% 占空比信号，正常情况下占空比在 5% ~95% 之间，此电压需要发动机着车后才有，使用万用表测量正常的电压在 2 ~3V 之间，低于 1V 时 ECM 指令仪表点亮故障灯。

J1-1 端子是交流发电机的 F 端子，作用是交流发电机向 ECM 反馈的负荷信号，使用的是脉宽调制信号，使用万用表测量电压在 4V 左右。

2. 交流发电机控制系统测量方法

交流发电机由 ECM 来控制，有故障后会设置相关故障码，可使用 TECH-2 专用诊断仪来进行诊断，然后使用万用表进行在线测量，使用探针在控制端子后端插入，如图 3-41 所示。

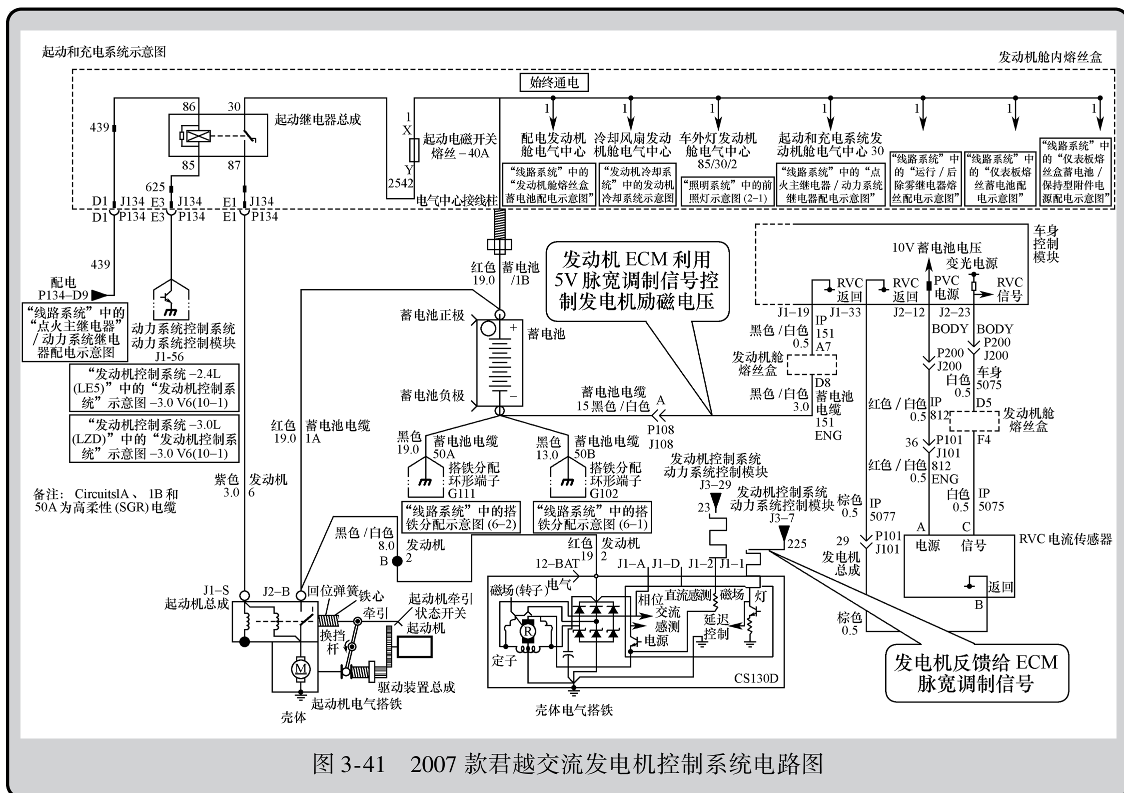
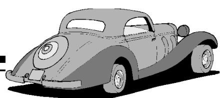


图 3-41　2007 款君越交流发电机控制系统电路图



第 四 章



起动系统维修技能

4-54 如何检修起动机的直流电动机部分?

1. 电枢的检修

电枢绕组易发生的故障有断路、短路和搭铁。

(1) 电枢绕组搭铁的检修 如图 4-1 所示，用万用表测量换向器的每个铜条与电枢轴之间的电阻，应为∞，否则表示换向器铜条有短路，应更换电枢。

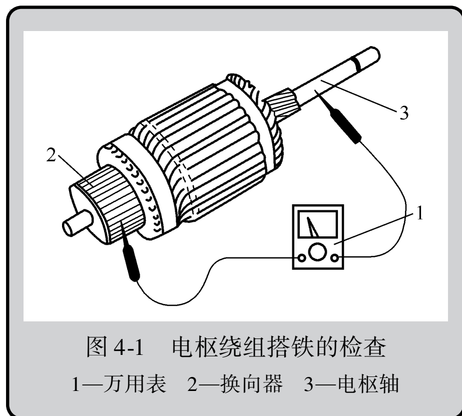


图 4-1 电枢绕组搭铁的检查

1—万用表 2—换向器 3—电枢轴

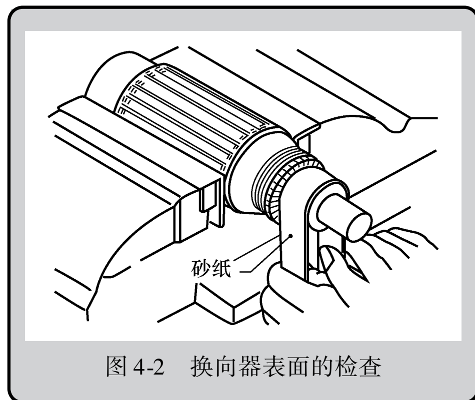


图 4-2 换向器表面的检查

(2) 检查换向器表面 如图 4-2 所示，若表面粗糙，用砂纸轻轻打磨。

2. 换向器的检修

(1) 换向器最小直径的检查 如图 4-3 所示，用游标卡尺检查换向器的外径，不得小于使用极限值(QD1225 为 33.5mm)。超过极限值时，更换电枢。

(2) 换向器磨损的检修 如图 4-4 所示，检查换向器的绝缘云母片的深度，标准值为 0.5~0.8mm，使用极限值为 0.2mm。超过极限值时，应用锉刀进行修理，修整时锉刀要与换向器外圆母线平行。

3. 电刷的检修

(1) 电刷长度的检查 如图 4-5 所示，用游标卡尺检查电刷长度，应不小于新电刷的

2/3(QD1225 最小长度为 11.5mm)。如果小于极限值，应予以更换。电刷与换向器的接触面积应大于 75%。电刷在电刷架内应活动自如，无卡滞现象。

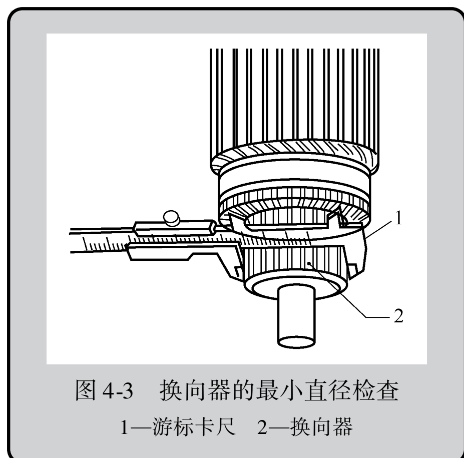


图 4-3　换向器的最小直径检查
1—游标卡尺　2—换向器

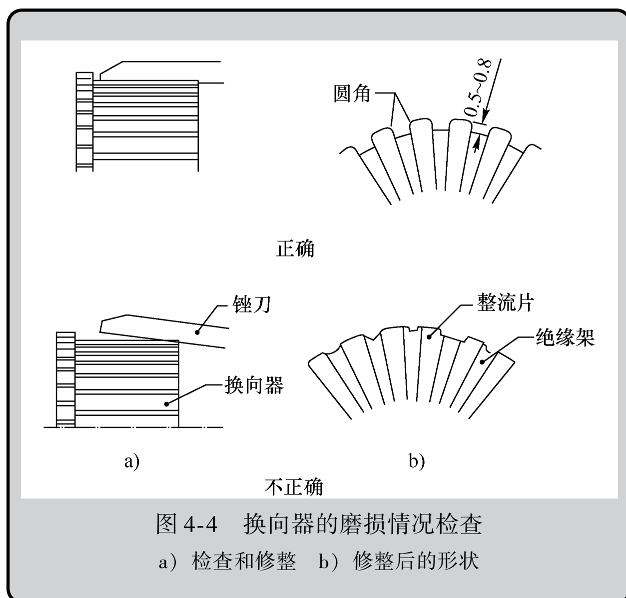


图 4-4　换向器的磨损情况检查
a）检查和修整　b）修整后的形状

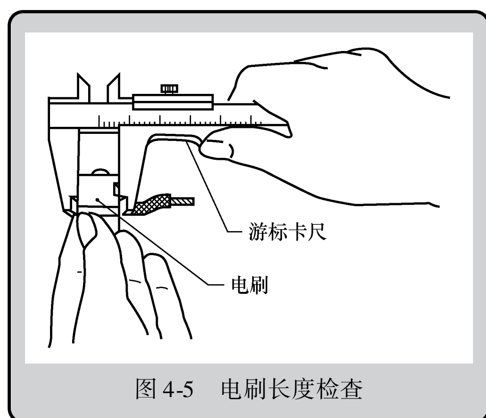


图 4-5　电刷长度检查

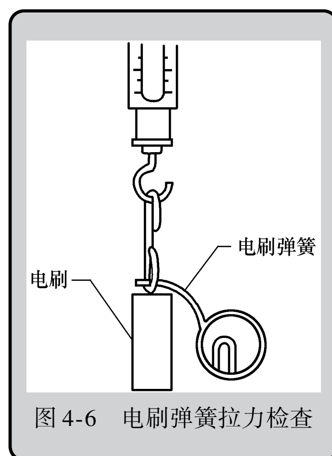


图 4-6　电刷弹簧拉力检查

（2）电刷弹簧拉力的检查　如图 4-6 所示，用弹簧秤测量弹簧拉力，应为 18 ~22N。如果达不到规定值，应更换新的弹簧。

4. 磁场绕组的检修

（1）磁场绕组断路的检修　如图 4-7 所示，用万用表测量磁场绕组的正极端与电刷之间的电阻，应为 0。否则，说明磁场绕组断路，应更换。

（2）磁场绕组对壳体短路的检修　如图 4-8 所示，用万用表检查磁场绕组的正极端与定子壳体之间的电阻，应为∞。否则，表示磁场绕组与壳体短路，应更换。

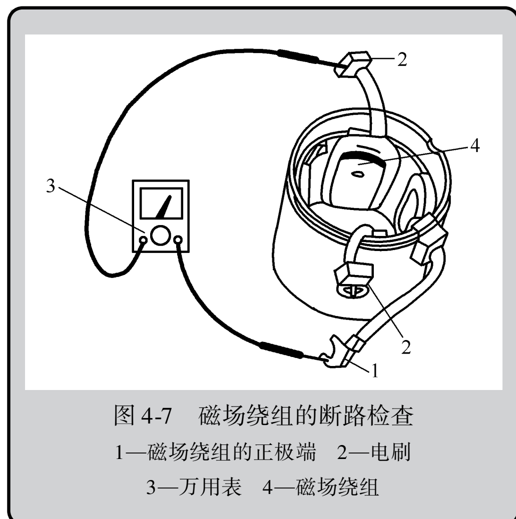


图 4-7　磁场绕组的断路检查
1—磁场绕组的正极端　2—电刷
3—万用表　4—磁场绕组

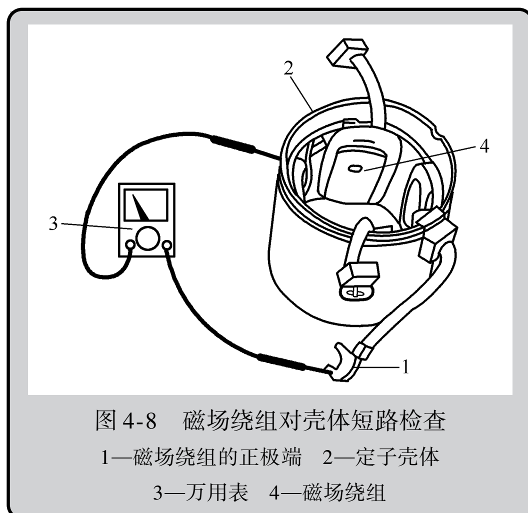


图 4-8　磁场绕组对壳体短路检查
1—磁场绕组的正极端　2—定子壳体
3—万用表　4—磁场绕组

△4-55　如何检修起动机的电磁开关？

1. 电磁开关检修

（1）弹簧复位功能检查　用手先将挂钩及活动铁心压入电磁开关，然后放松，如图 4-9 所示，活动铁心应能迅速复位。如铁心不能复位或出现卡滞现象，则应更换复位弹簧或电磁开关总成。

（2）保持线圈的检修　如图 4-10 所示，从磁场绕组接线柱上拆下磁场绕组正极端后，用万用表检查电磁开关接线柱(“50”端子)与电磁开关壳体之间的电阻，应为 0 ~ 2Ω。否则，表示保持线圈断路，应更换电磁开关。

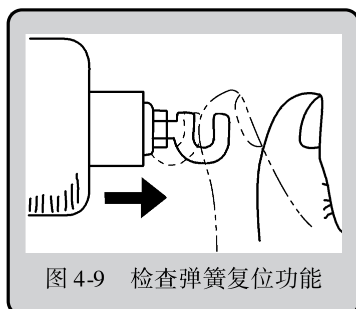


图 4-9　检查弹簧复位功能

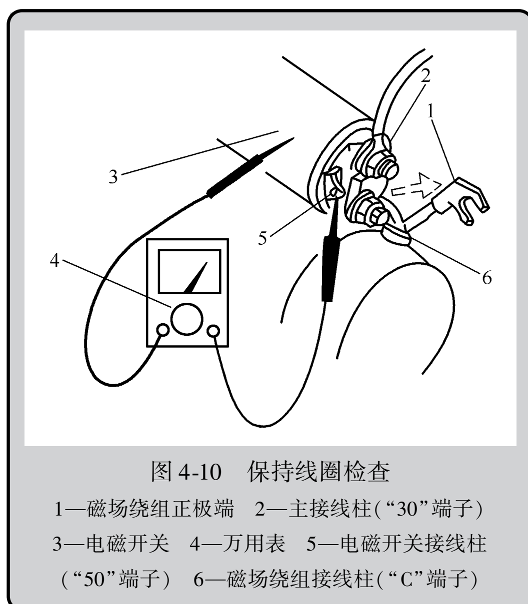


图 4-10　保持线圈检查
1—磁场绕组正极端　2—主接线柱(“30”端子)
3—电磁开关　4—万用表　5—电磁开关接线柱
(“50”端子)　6—磁场绕组接线柱(“C”端子)

（3）吸引线圈的检查　如图 4-11 所示，从磁场绕组接线柱上拆下磁场绕组正极端，用万用表（R×1 档）检查电磁开关与磁场绕组接线柱之间的电阻，应为 0～2Ω。否则，表示吸引线圈断路，应更换电磁开关。一般来说，同一起动机的保持线圈电阻较吸引线圈电阻大一些。



图 4-11　吸引线圈检查

1—磁场绕组的正极端　2—主接线柱（"30"端子）　3—电磁开关　4—万用表　5—电磁开关接线柱（"50"端子）　6—磁场绕组接线柱

2. 电磁开关安装时的注意事项

当电磁开关的固定螺栓丢失后装配调整时，要注意螺栓的长度，小心过长而顶破线圈骨架（有的型号电磁开关不会发生此故障），引起搭铁。紧固螺栓时最好配弹簧垫圈。

起动机在工作时电流较大，接线柱 B 和接线柱 M 会发热，每次保养起动机时应用扳手预紧螺母，新出厂的电磁开关也应检查一下，这样处理后的电磁开关才耐用。为了避免接触不良，接线柱 B 和接线柱 M 的导线应用两个平垫夹紧。**电磁开关绝缘盖的两个紧固螺栓因受触点的冲击振动，极易松动，每次保养起动机时应紧固一下。**为减小活动铁心在工作时的阻力，应在活动铁心表面上涂上一层薄薄的机油（冬天应用防冻机油）。

3. 电磁开关常见故障的修复

（1）主触点不导通或接触不良　拧下绝缘盖上的 2 个固定螺栓，用 220V 100W 电烙铁烫开连接片处的焊锡，使线圈的引线接头脱开，将绝缘盖与线圈壳体分开，取出接触盘及连杆。如果接触面烧损严重，可将接触面反过来安装使用；如果接触面烧损较轻，可用细砂纸打磨处理。再检查绝缘盖内 2 个触点，接触面烧损严重的，可将 2 个接线柱拧下对调使用；接触面烧损较轻的，可用细砂纸打磨处理，2 个触点高度必须保持一致。

（2）接线柱 B 或接线柱 M 螺纹滑丝　起动机电磁开关电源线接线柱由于经常拆装电源线，接线柱滑丝的故障比较常见。接线柱一般是 M8 或 M10 的铜螺栓，传统的修理方法是从车上拆下起动机，再拆下电磁开关，将电磁开关拆解后，还得拧下接线柱铜螺栓，再用板牙套丝。

（3）线圈烧毁后的重绕　取下绝缘盖后，将电磁开关夹到台虎钳上，在电磁开关边缘先用钢锯每隔 1cm 锯成小口，用平头扁铲撬开壳体。重绕线圈时，应注意漆包线的直径、匝数及绕线方向，应与原来的相同。一般保持线圈较细绕在内层，吸引线圈较粗绕在外层，2 个线圈之间以及线圈与外壳之间必须绝缘好。各引出线头上应套上绝缘管，以防漆包线的绝缘漆掉皮搭铁。将毛毡、线圈组、挡铁放入外壳后铆好。

△4-56　起动机部件检测完毕后如何进行正确的组装？

起动机因故障从发动机上拆掉后，要从蓄电池上进行起动机的空载试验，如空载试验不正常，要对起动机进行分解检测，以确定故障部位，进行相应部件的更换，如更换磨损的电

刷、损坏或打滑的单向离合器以及动作不灵敏的电磁离合器等。装配质量不规范，会使起动机不能正常运转，从而拆开进行第二次组装，造成不必要的麻烦及个别部件的磨损，甚至影响起动机的使用寿命。因此，装配质量是起动机维修中的重要一环，下面以丰田系列起动机为例，说明起动机的装配步骤。

1. 安装起动机单向离合器总成

1）安装前，在起动机单向离合器花键上涂一些润滑脂，如图 4-12 所示。将起动机单向离合器安装到电枢轴上，如图 4-13 所示。

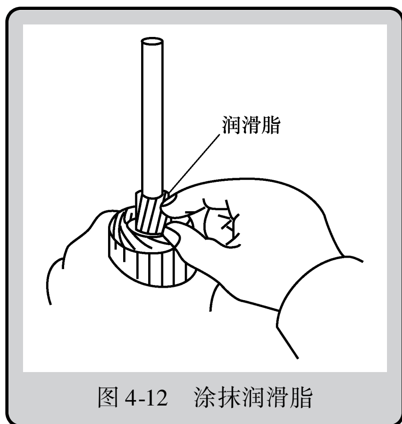


图 4-12 涂抹润滑脂

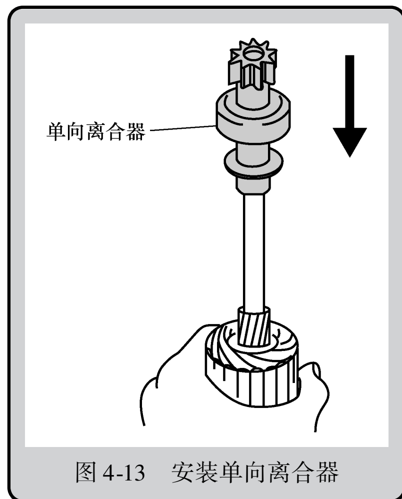


图 4-13 安装单向离合器

2）将止动环安装到轴上，较小的内径应指向下方，如图 4-14 所示。将卡环对齐轴上的凹槽，用台虎钳拧紧，将其固定在轴上，如图 4-15 所示。**注意：如果用台虎钳拧得过紧，可能会损坏卡环或轴。**

3）如图 4-16 所示，抬起起动机单向离合器，将其保持在该位置，然后用塑料锤敲打电枢轴，将卡环装入止动环中。

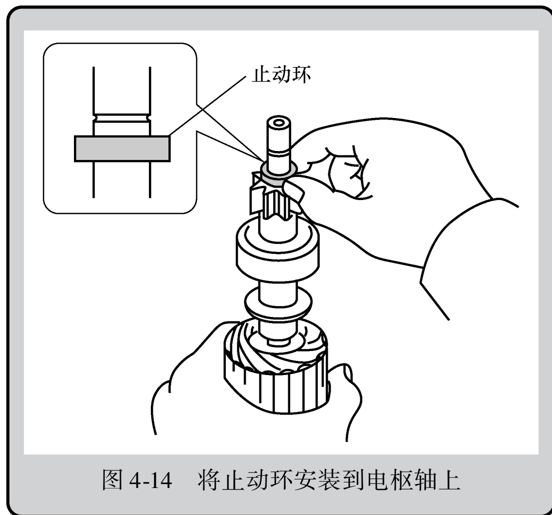


图 4-14 将止动环安装到电枢轴上

2. 安装起动机电刷弹簧

1）将起动机电枢总成安装在起动机定子总成上。

2）用台虎钳固定住夹在两块铝板或者布之间的电枢轴，如图 4-17 所示。安装电刷座绝缘体，如图 4-18 所示。将弹簧安装在电刷座绝缘体上，如图 4-19 所示。

3）如图 4-20 所示，压住弹簧，同时将电刷装到电刷座绝缘体上。**注意：由于电刷受弹簧的推动，操作时请务必小心，不要让弹簧弹出来。用螺钉旋具可以比较方便地压住弹簧。用胶带缠绕螺钉旋具的顶端。**用手指按住卡销，安装卡销板，如图 4-21 所示。

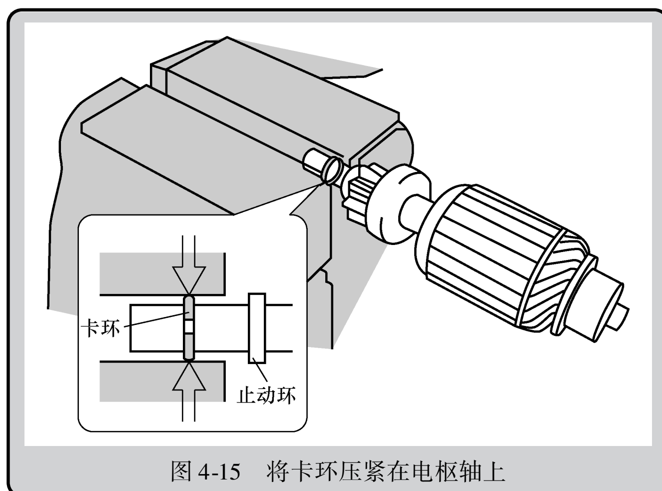


图 4-15　将卡环压紧在电枢轴上

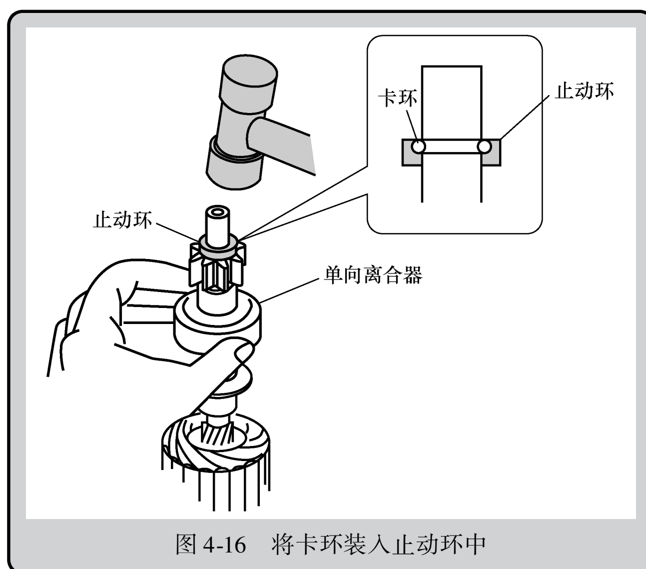


图 4-16　将卡环装入止动环中

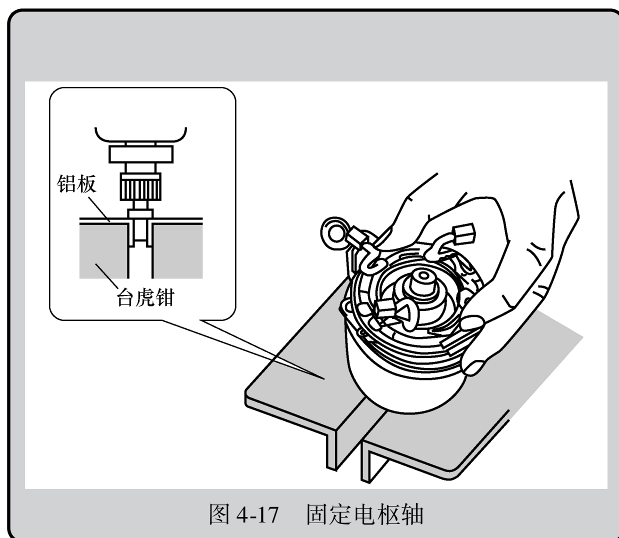


图 4-17　固定电枢轴

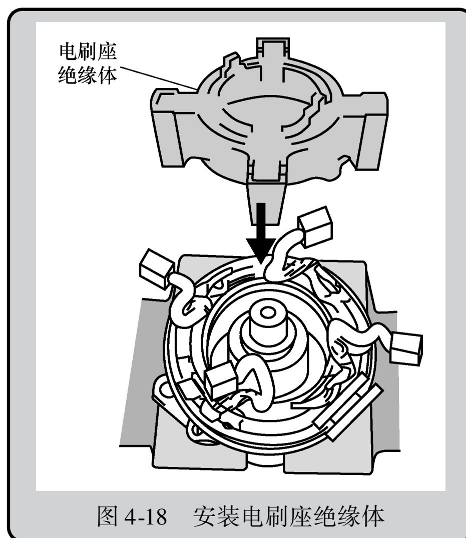


图 4-18　安装电刷座绝缘体

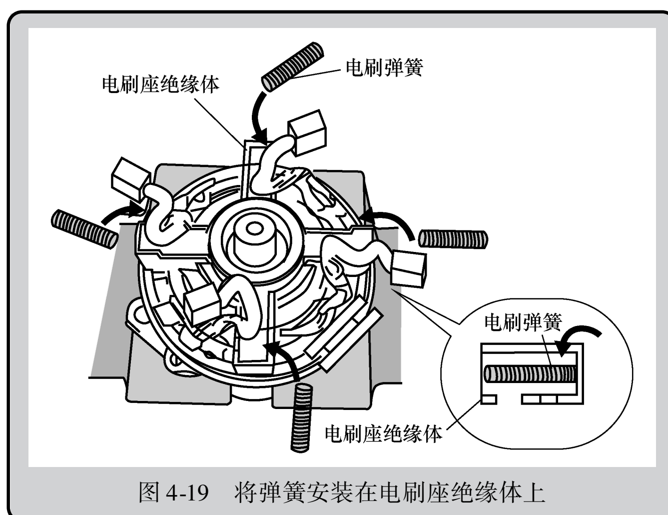


图 4-19　将弹簧安装在电刷座绝缘体上

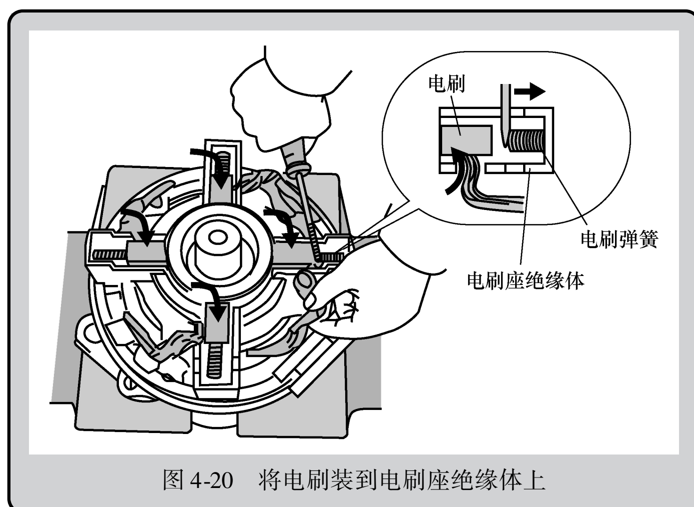


图 4-20　将电刷装到电刷座绝缘体上

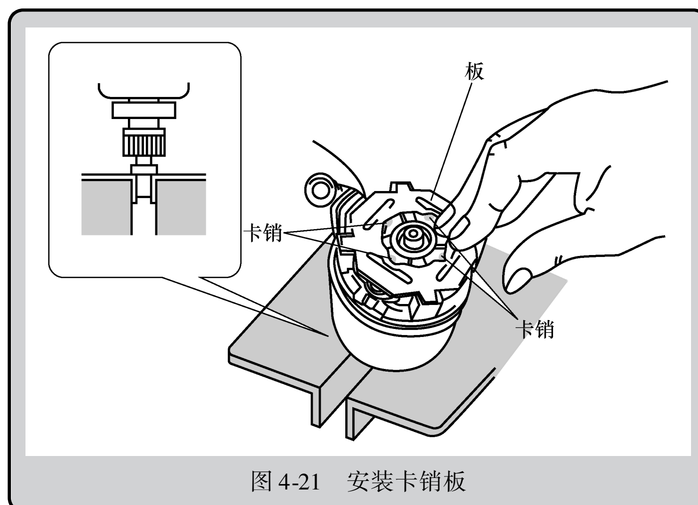


图 4-21　安装卡销板

3. 安装起动机定子总成

如图 4-22 所示，在拨叉和起动机单向离合器互相接触的部位涂一些润滑脂。将拨叉放到电枢轴的相应部位，并注意拨叉的正反位置。将换向器端盖和定子总成安装到起动机的驱动端盖上，并注意定子总成的安装位置，拧紧两个长螺栓。

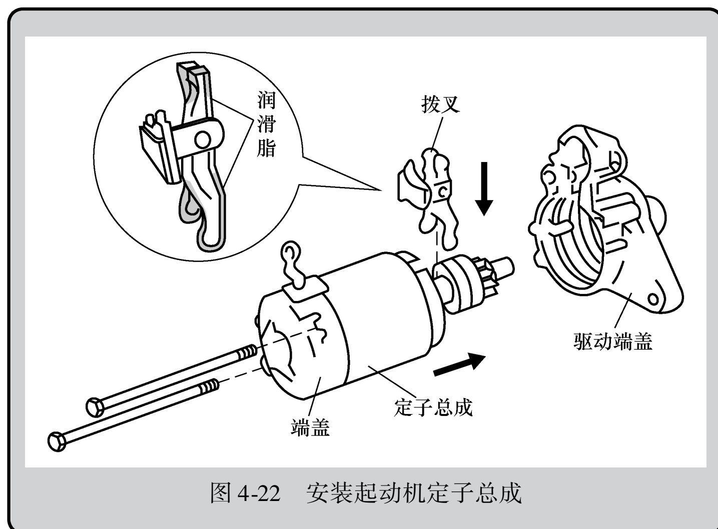


图 4-22　安装起动机定子总成

4. 安装起动机电磁开关

如图 4-23 所示，将柱塞钩钩到拨叉上，然后用两个螺栓将起动机电磁开关安装到起动机外壳上。**注意电磁开关的安装方向，一旦装反，起动机将不能起动。**连接电动机引线，并用螺母安装坚固。

起动机安装完毕后，接好相应线路，可在蓄电池上做空载试验，验证起动机的维修效果，空载运转良好后，才可以将起动机安装到车上。

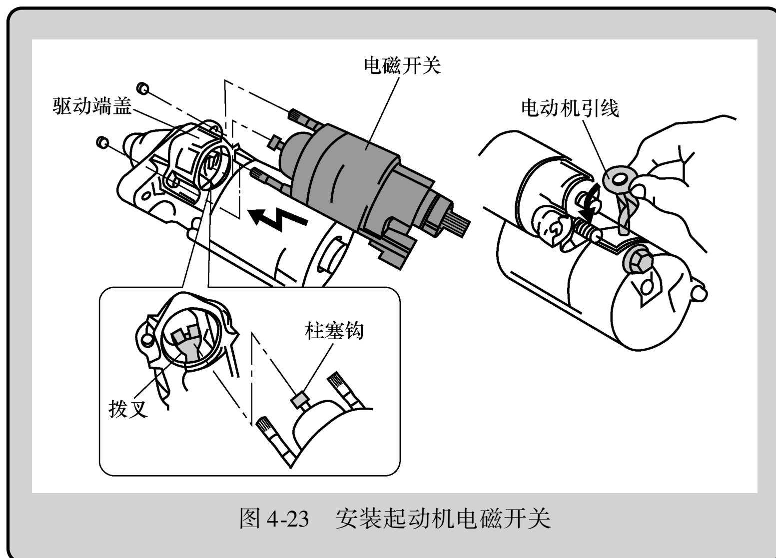


图 4-23　安装起动机电磁开关

△4-57 电磁开关的结构及识别窍门有哪些?

1. 电磁开关的结构

电磁开关主要由电磁铁机构和电动机开关两部分组成。电磁铁机构由固定铁心、活动铁心、吸引线圈和保持线圈等组成。固定铁心与活动铁心安装在一个铜套内。固定铁心固定不动，活动铁心可在铜套内作轴向移动。活动铁心前端固定有推杆，推杆前端安装有主接触盘；活动铁心后端用调节螺钉和连接销与拨叉连接。铜套外面安装有一个复位弹簧，其作用是使活动铁心等可移动部件复位。

2. 起动机接线柱识别窍门

四接柱式起动机(如 QD124)共有 4 个接线柱，2 个粗，2 个细，对于一般初学者来说不太容易区分。其实只要认真研究，便不难发现每个接线柱的结构特点，从而找出它们的区别所在。

2 个粗接线柱 1 个接蓄电池，1 个经起动机外壳上的导电片接起动机内部的磁场绕组。所以，带导电片的粗接线柱应接磁场绕组，而不带导电片的粗接线柱应接蓄电池。如果把导电片去掉，单就电动机开关而言，怎样区分这 2 个粗接线柱呢？电动机开关内部的吸引线圈经焊点接到其中的 1 个粗接线柱上，再经磁场绕组、电枢绕组、负电刷搭铁。所以，带 1 个线头的粗接线柱应接磁场绕组，不带线头的粗接线柱应接蓄电池。

2 个细接线柱的区分方法是：带 2 个线头(吸引线圈和保持线圈经焊点焊接到一起后再连到细接线柱上)的细接线柱是吸拉接线柱，即电磁开关接线柱；另一个细接线柱直接连到电动机开关内部的弹片上，所以不带线头的细接线柱是点火线圈附加电阻短路开关接线柱。

3. 电磁开关的接线柱识别

一般电磁开关绝缘盖(也叫开关盖)上有 3 个接线柱，分别是：B(或 30)接线柱、M(或 C)接线柱和 S(或 50)起动接线柱；有的电磁开关绝缘盖上有 4 个接线柱，分别是：B(或 30)接线柱、M(或 C)接线柱、S(或 50)起动接线柱和 R(或 15a)点火接线柱，如图 4-24 所示。接线柱 B 和接线柱 M 通常是 8mm 或 10mm 粗铜质螺栓，有接线片的为接线柱 M，是串

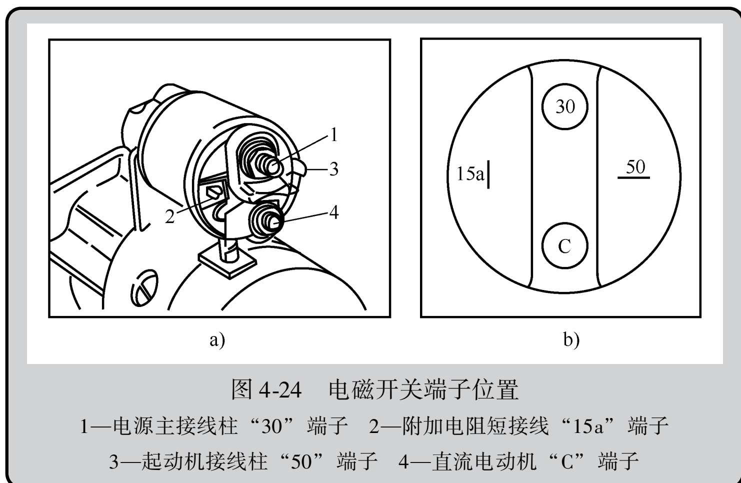


图 4-24 电磁开关端子位置

1—电源主接线柱“30”端子 2—附加电阻短接线“15a”端子

3—起动机接线柱“50”端子 4—直流电动机“C”端子

励电动机励磁绕组供电端接线柱；剩下的一根是接线柱 B，为蓄电池的电源线接线柱。起动接线柱 S 和点火接线柱 R 通常是 4mm 或 5mm 粗铁质螺栓，有接线片的是起动接线柱 S，上面的电线通往起动继电器；剩下的一个接线柱是点火接线柱 R，上面接的电线通往点火线圈的附加电阻。电磁开关的外壳也是一个无形的接线柱 31，即搭铁。

电动机开关由主接触盘和触点组成。主接触盘固定在活动铁心推杆的前端，两个触点分别与连接引线端子“C”和电源端子“30”的螺柱制成一体。在开关触点旁边，设有一个小铜片制成的附加电阻短路开关，并与接线端子“15a”相连，该铜片的端面应稍微偏后于电动机开关触点所在的平面，以便主接触盘接通开关触点时，短路开关能可靠接通，附加电阻能被可靠短路。电磁开关内结构如图 4-25 所示。

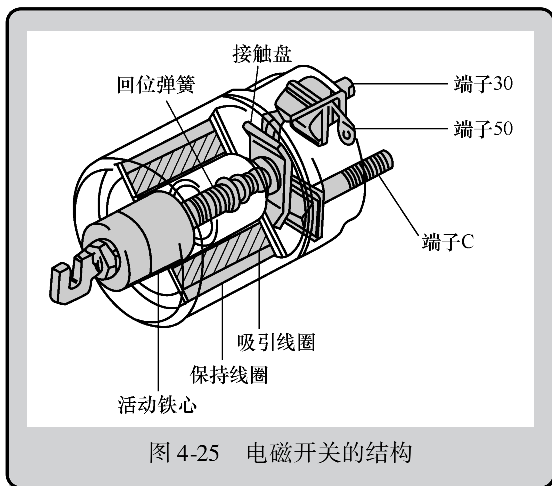


图 4-25　电磁开关的结构

△4-58　通过电磁开关的基本工作过程如何判断故障?

1. 起动机电磁开关的工作过程

如图 4-26 所示，当点火开关起动档接通后，保持线圈的电流经起动机电磁开关“50”

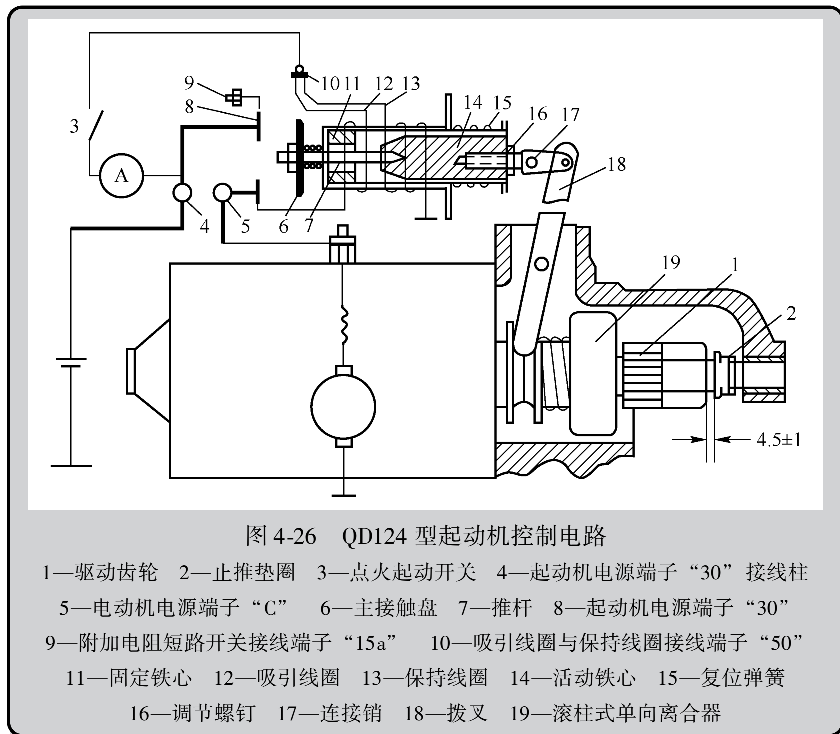


图 4-26　QD124 型起动机控制电路

1—驱动齿轮　2—止推垫圈　3—点火起动开关　4—起动机电源端子“30”接线柱
5—电动机电源端子“C”　6—主接触盘　7—推杆　8—起动机电源端子“30”
9—附加电阻短路开关接线端子“15a”　10—吸引线圈与保持线圈接线端子“50”
11—固定铁心　12—吸引线圈　13—保持线圈　14—活动铁心　15—复位弹簧
16—调节螺钉　17—连接销　18—拨叉　19—滚柱式单向离合器

端子流入，一路经保持线圈后直接搭铁(在电磁开关外壳上)，另一路电流经吸引线圈后未直接搭铁，而是进入直流电动机的磁场线圈和电枢后再搭铁。因两线圈绕向相同，通电后产生的磁场方向相同，因而两线圈通电后产生较强的电磁吸力，从而克服复位弹簧弹力使活动铁心移动，一方面通过拨叉带动驱动齿轮移向飞轮齿圈并与之啮合，另一方面推动接触盘移向“30”端子和“C”端子的触点，在驱动齿轮与飞轮齿圈进入啮合后，接触盘将两个主触点接通，使电动机通电运转。在驱动齿轮进入啮合之前，由于经过吸引线圈的电流经过了电动机，所以电动机在这个电流的作用下会产生缓慢旋转，以便于驱动齿轮与飞轮齿圈进入啮合。在两个主接线柱触点接通之后，蓄电池的电流直接通过主触点和主接触盘进入电动机，使电动机进入正常运转，此时通过吸引线圈的电路被短路。因此，吸引线圈中无电流通过，主触点接通的位置靠保持线圈来保持。发动机起动后，切断起动电路，保持线圈断电，在弹簧的作用下，活动铁心回位，切断了电动机的电路，同时也使驱动齿轮与飞轮齿圈脱离啮合。

2. 电磁开关的故障诊断

(1) 保持线圈出现故障时　当起动机的保持线圈出现断路、短路或搭铁不良的情况时，会出现起动机的驱动齿轮周期性地敲击飞轮的“哒哒”声。出现这种现象的原因是在起动时，活动铁心被吸引线圈吸过来，使主接触盘与两主接线柱接触。但在接触瞬间，由于吸引线圈断电，活动铁心仅在保持线圈的作用下保持不动，但由于保持线圈故障，活动铁心在复位弹簧的作用下退回，使主接触盘与两主接线柱分开，直流电动机断电。同时，吸引线圈又通电，将活动铁心又吸引到使主接触盘与两主接线柱接触的位置，接触瞬间，吸引线圈又会断电，使主接触盘分离，如此反复，便会出现“哒哒”声。

当然，当蓄电池亏电时，也会出现“哒哒”声。这是因为，当蓄电池亏电时，在起动时活动铁心在吸引线圈和保持线圈的共同作用下可以被吸过来使主接触盘与两主接线柱接触，但在接触的瞬间，由于直流电动机消耗功率很大，致使蓄电池上的电压降很大，起动机保持线圈上得到的电压会很小，致使没有足够的吸引力将活动铁心保持在原位。因此，活动铁心在复位弹簧的作用下退回，此时的现象就像保持线圈出现故障时类似。

(2) 吸引线圈出现故障时　当吸引线圈出现故障时，在起动时，只在保持线圈的作用下是不能将活动铁心吸过来的。在起动时，如果带有起动继电器的起动电路，则只听到起动继电器触点的吸合声，而起动机没有动作。当然，此时仍要注意区分是起动机问题还是蓄电池问题。

▲4-59　如何对修复后的起动机进行简易试验?

修复后的起动机，可用简易方法进行电磁开关和空载性能试验；新生产的起动机应在专用试验台上进行空载性能和制动性能试验。每项试验应在 3～5s 内完成，以防烧坏线圈。

汽车起动机一般都装设在发动机侧面，将其安装到汽车上操作十分不便。为了检查起动机维修质量和减少维修人员工作量，修复后的起动机可固定在台虎钳上进行简易的试验，试验之前先将蓄电池充足电。

1. 电磁开关简易试验

(1) 吸拉动作试验　将起动机固定在台虎钳上，拆下起动机端子“C”上的磁场绕组电

缆引线端子，用带夹电缆将起动机“C”端子和电磁开关壳体与蓄电池负极连接，如图 4-27 所示。用带夹电缆将起动机“50”端子与蓄电池正极连接，此时驱动齿轮应向外移动。如驱动齿轮不动，说明电磁开关有故障，应予以修理或更换。

（2）保持动作试验　在吸拉动作基础上，当驱动齿轮保持在伸出位置时，拆下电磁开关“C”端子上的电缆夹，如图 4-28 所示。此时驱动齿轮应保持在伸出位置不动，如驱动齿轮回位，说明保持线圈断路，应予以修理。

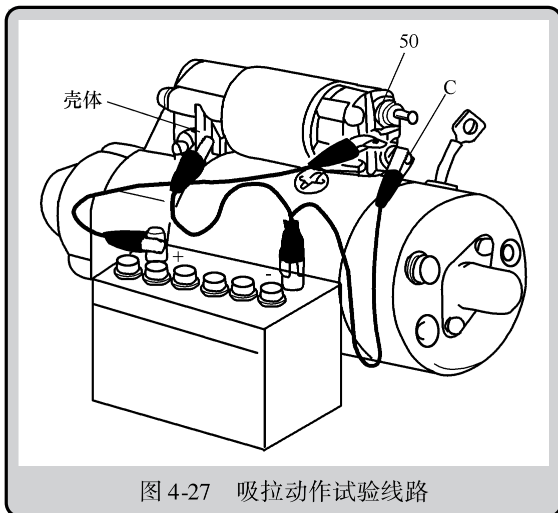


图 4-27　吸拉动作试验线路

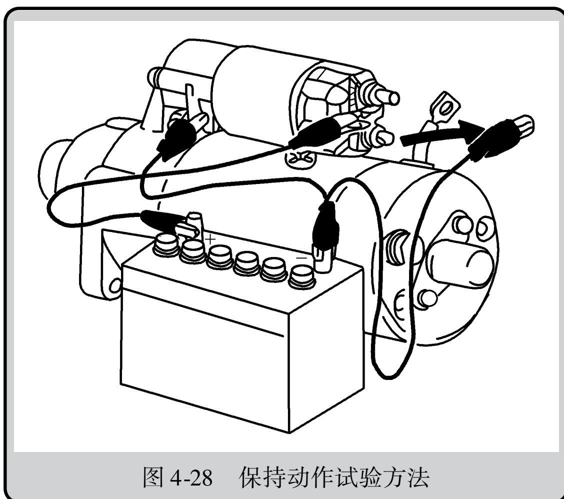


图 4-28　保持动作试验方法

（3）回位动作试验　在保持动作的基础上，再拆下起动机壳体上的电缆夹，如图 4-29 所示。此时驱动齿轮应迅速回位，如驱动齿轮不能回位，说明回位弹簧失效，应更换弹簧或电磁开关总成。

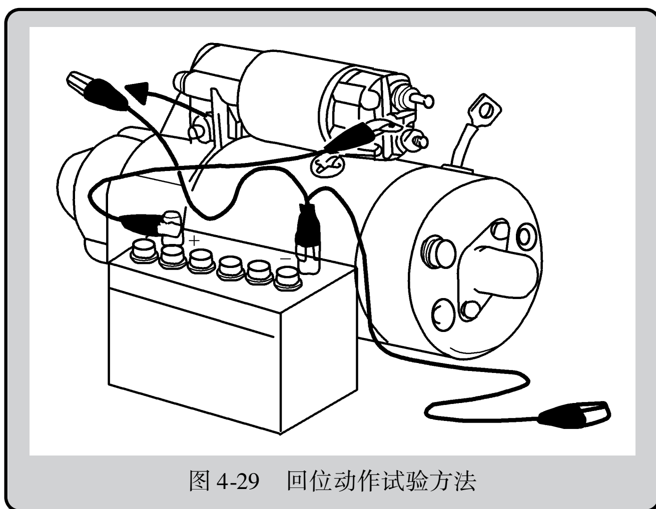


图 4-29　回位动作试验方法

2. 空载性能简易试验

测试起动机的空载性能时，先将蓄电池充足电，然后按下述方法和程序进行。

1）将磁场绕组引线（永磁式起动机为正电刷引线）电缆连接到电磁开关“C”端子上。

2）用带夹电缆将蓄电池负极与电磁开关壳体连接，将量程为 100A 以上的直流电流表

连接在蓄电池正极与电磁开关的“30”端子之间，如图 4-30a 所示。

3）当将“50”端子与“30”端子连接时，如图 4-30b 所示，驱动齿轮应向外伸出稳定运转。测量电流、电压和转速等各项指标应符合空载性能指标规定。

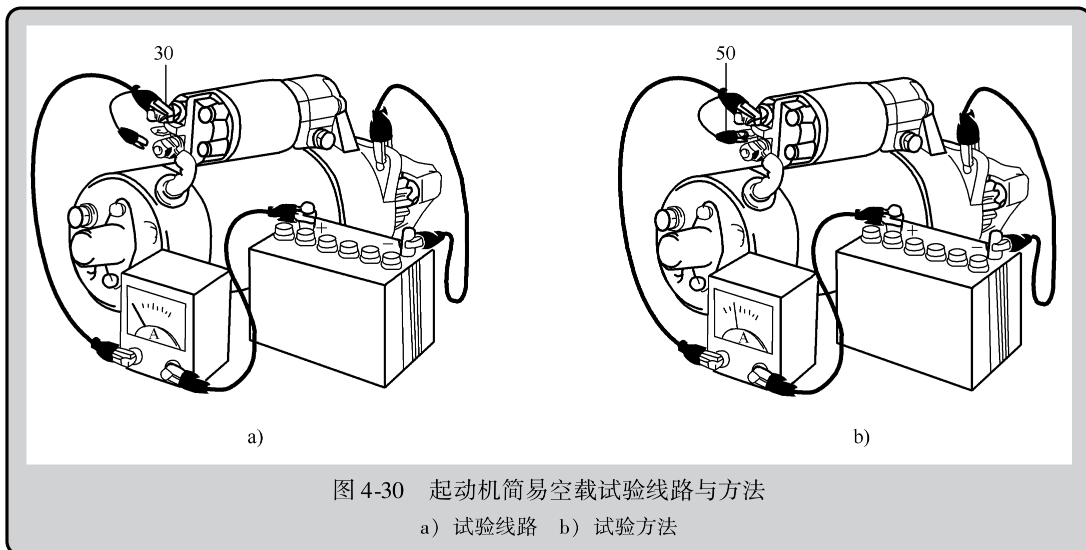


图 4-30 起动机简易空载试验线路与方法

a）试验线路 b）试验方法

一般说来，当蓄电池电压大于或等于 11.5V 时，消耗电流应不超过 90A，转速不低于 5000r/min。

▲4-60 如何对修复后的起动机进行性能试验？

起动机修复后，必须进行下列两项试验，如不符合要求，应重新检查和修理。

（1）空载性能试验 测量起动机的空载电流和空载转速并与标准值比较，以判断起动机内部有无电路和机械故障。其试验方法如下：

将起动机夹在台虎钳上，按图 4-31 接线。接通起动机电路（**每次试验不要超过 1min，以免起动机过热**），起动机应运转均匀、电刷下无火花。记下电流表、电压表的读数，并用转速表测量起动机转速，其值应符合规定值。

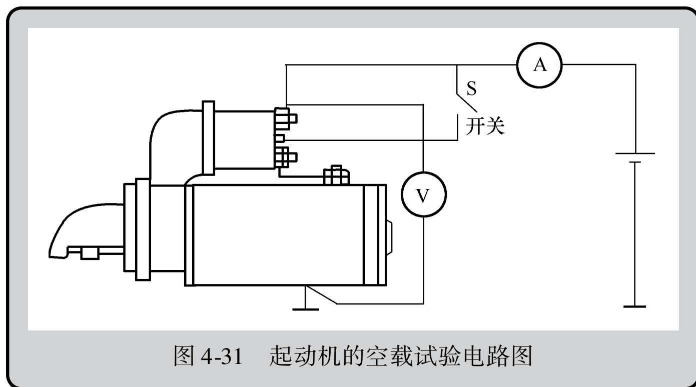


图 4-31 起动机的空载试验电路图

若电流大于标准值，而转速低于标准值，表明起动机装配过紧或电枢绕组和磁场绕组内有短路或搭铁故障。若电流和转速都小于标准值，则表示起动机线路中有接触不良的地方（如电刷弹簧压力不足、换向器与电刷接触不良等）。

（2）制动性能试验 制动性能试验应在空载性能试验的基础上进行，空载试验不合格

的起动机不应进行制动性能试验。制动性能试验的目的是测量起动机在完全制动时所消耗的电流（制动电流）和制动力矩，以判断起动机主电路是否正常，并检查单向离合器是否打滑，其试验方法如下：

将起动机夹持在试验台上，使杠杆的一端夹住起动机驱动齿轮的三个齿，如图4-32所示，电路连接与空转试验相同。接通起动机电路，呈现制动状态，观察单向离合器是否打滑并迅速记下电流表、电压表、弹簧秤的读数，其值应符合规定值。

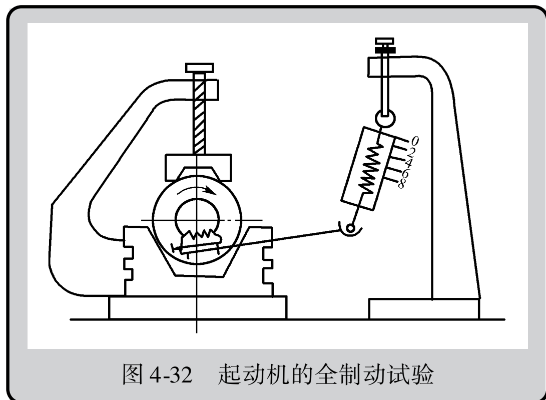


图4-32　起动机的全制动试验

若制动力矩小于标准值而电流大于标准值，则表明磁场绕组或电枢绕组中有短路和搭铁故障。若制动力矩和电流都小于标准值，表明线路中接触电阻过大。若驱动齿轮锁止而电枢轴有缓慢转动，则说明单向离合器有打滑现象。**制动性能试验应注意：每次试验通电时间不要超过5s，以免损坏起动机及蓄电池。试验中，工作人员应避开弹簧秤夹具，防止发生人身事故。**

桑塔纳的起动机功率为0.95kW，当制动电流小于480A时，输出最大力矩不小于13N·m。

▲4-61　如何进行起动机不能正常工作故障的原因分析?

1）起动时只听到起动机电磁开关“咯咯”声，或首次起动时起动机带动曲轴缓转几下，继而出现起动电磁开关“咯咯”响，但曲轴却不转动，此现象一般属于蓄电池“断格”故障。

2）短暂临时停车后每次都能起动，但停车时间较长或第二天起动时却只能使曲轴转一下，此现象属于蓄电池自放电严重，其极板严重老化，说明该蓄电池已经接近报废。

3）起动时起动机突然转动无力，并伴有烧橡胶气味或蓄电池处有烟冒出，多属极柱、极柱夹子接触不良而发热烧损。

4）若起动时起动机驱动齿轮与发动机飞轮齿圈发出撞击的空转声，其原因：一是飞轮齿圈的啮合切入面变形；二是起动机驱动齿轮与飞轮齿圈的间隙太大，两者无法啮合，发动机也就不能起动。

5）电源总开关一接通，起动机驱动齿轮就和飞轮齿圈啮合在一起转动。出现这种故障，一是起动机电磁开关的保持线圈错接在了电源接线柱上；二是点火开关上的3根线接错，判断方法是：钥匙在“0”位置时起动机驱动齿轮不转，在“2”位置时起动机驱动齿轮与飞轮齿圈啮合一起转动。

6）起动开关转到起动位置但发动机不能起动，也无其他现象。出现这种故障，一是点火开关因磨损而未接通起动电路；二是起动继电器未接通起动机电磁开关电路；三是电源开关未接通主电路。

7）起动时只有轻微“嗒”的一声，再无任何反应，这是起动继电器发卡所致。这时只要按一下电磁铁尾部，迫使电磁铁前移，即可将起动电路接通，从而使发动机起动。

8）用起动机起动发动机时，起动机带不动发动机，用手摸起动机连接导线发热，蓄电

池溶液中产生大量的气泡，这说明起动机过载，应当检查发动机是否存有机械故障。

★4-62 起动机故障排除方法有哪些?

1. 起动机不工作

1）起动继电器损坏，一时又无条件更换的情况下，可把继电器的控制线与起动机电磁开关的控制线连接(图4-33)，这样可以正常使用，但有条件时应及时更换，以免烧坏起动开关触点。在有些汽车上，起动开关至继电器的控制线较细，因此不能直接控制起动机，这种情况只能把起动开关开在起动档，把继电器上的电源线与至起动机的控制线短接一下，起动后再断开此线。



图4-33 起动继电器的线路连接

2）若电磁操纵式起动机的起动继电器损坏，短接“起动机”和“蓄电池”接线柱即能起动，或在“起动机”与“蓄电池”接线柱间串接1只车用开关，需起动时，只要打开该开关即可。

3）如果搭铁电刷架松旷，造成电刷架搭铁不良，急修时，将固定搭铁电刷架的铆钉用铳子冲掉，换上比铆钉孔稍细的螺栓代替铆钉紧固，螺栓上要配上平垫圈和弹簧垫后再将螺母拧紧。如果冲不掉原铆钉或一时找不到合适螺栓时，也可以在原铆钉上用平头铳子重新铆紧，直至用手摇动电刷架无明显晃动时为止。

4）如果磁场线圈绝缘损坏，可采取2种急救方法。一种方法是将磁场线圈拆散并用螺钉旋具将线圈匝间略微拨开一道缝，用断钢锯条将旧绝缘层刮除后，另用硬壳纸裁制成与导线宽度相同的长条垫，堵塞进线圈匝间的缝隙中，垫完绝缘纸后，用白纱带按半叠包扎法包好。另一种方法是将磁场线圈仍用螺钉旋具拨散开，剔除残存的旧绝缘物，将医用白胶布裁成同导线一样宽的小条，贴在导线匝间起绝缘作用，贴完后仍按半叠包扎法包好。

2. 起动机运转无力

1）若蓄电池电量不足，应及时充电或调换。

2）若蓄电池接头接触不良，应拆下电线接头，用砂纸打磨，除去其表面的氧化层，再连接使用。

3）若换向器过脏，可拆开起动机的后端盖，将换向器及电刷上的脏物擦净。若其表面为暗黑色或有麻点，可用细砂纸磨光。

4）如果电刷弹簧折断或弹力减小，可换用相应弹性及长度的弹簧。对于弹力弱的弹簧，可将弹簧一端加垫使用。

5）起动机的轴承衬套松旷，会造成起动机电枢铁心碰刮定子绕组而无法运转起动。如果途中需要修复，可采用下述方法：取下该起动机的轴承衬套，将其调换方向，再重新敲入

轴承座内即可。采用此方法处理后，轴承衬套可使用一段时间。

6）起动机电磁开关触点烧蚀，其现象为起动发动机时无力，甚至只听到起动机电磁开关的“嗒、嗒”声，而不见起动机转动。当起动开关控制起动档时，用螺钉旋具把电磁开关触点的两个螺栓搭接，起动机工作正常。将电磁开关打开，拆下主触点触头，把烧蚀部分用锉刀挫平，然后用细砂纸磨光。如触头烧蚀严重，可用铜补焊，再磨平；如无焊修条件，且接触盘烧蚀严重，可将其翻过来使用。

△4-63　如何正确使用与维护起动机?

起动机是汽车起动系统的关键部件，它通过将蓄电池的电能转化为机械能，克服发动机摩擦阻力后，使静止状态的发动机运转起来，保证汽车能够较快地进入运行状态。而起动机故障是汽车发动机主要故障之一，其中磁场绕组断路占故障总数的 45%；电磁开关故障占 25%；电枢短路占 13%；起动机离合器打滑故障占 9%；其他故障占 8%。因此，起动机的正确是使用与维护对汽车发动机的正常起动和运行起着重要作用。

1. 起动机的正确使用

在汽车日常使用中，经常看到部分驾驶人长时间使用起动机对发动机进行强行起动。一次不能起动时，便迅速进行第 2 次、第 3 次甚至多次起动，致使蓄电池大量放电，造成起动机转速明显下降甚至不能转动；起动机温度过高就会加速滚动轴套的磨损，造成转子和定子绕组“扫膛”，线圈绝缘层过早老化而被击穿，大大缩短了起动机的使用寿命。因此，使用起动机时一定要注意以下几点。

（1）**起动时间不应超过 12s**　现以解放 CA1121J 型 6 缸柴油发动机为例，在环境温度 -15℃的情况下起动时，该车起动机额定电压为 24V，额定功率为 5.4kW，额定转速为 1500r/min，满负荷起动时电流高达 600～700A，如此高的电流会使起动机内部很快产生高温。如果长时间连续起动，定子绕组温度便会急剧上升，从而加速绕组老化直至击穿短路。

（2）**保证起动机轴承套的润滑良好**　起动机轴承套在缺少润滑的情况下，连续运转也会产生高温而加速磨损，久而久之造成起动机转子和定子“扫膛”，从而大大缩短起动机的使用寿命。

（3）**每次起动间隔时间不少于 1min**　这是因为起动机的电源是由蓄电池提供的。对蓄电池而言，当起动机工作时，蓄电池电压规定数值一般为 24V 系统不小于 18V（冬季不小于 21V）、12V 系统不小于 9V（冬季不小于 10.5V），否则会影响其工作性能。蓄电池是一个电荷量有限的直流电源，它的电能是靠蓄电池正极板上的 PbO_2 和负极板的海绵状 Pb 分子与 H_2SO_4 发生电化学反应产生的。在大电流连续放电的状态下，蓄电池正极板会变成“琴曲”状，放电电流越大时间越长，弯曲就越严重，久而久之造成极板上的活性物质脱落。另外，对已产生高温的起动机绕组来讲，也提供了一定的散热时间，缓解了温度急剧上升，所以要求起动机每次起动间隔时间不少于 1min。

（4）**发动机起动后要立即放松起动开关**　有些驾驶人在起动发动机时，担心发动机起动后迅速停止运转，便不由自主地先踏下加速踏板，以给发动机足够燃料（特别在北方寒冷地区较为明显），从而造成进入气缸内的混合气过浓，发动机起动初期的转速高于怠速运转（1000r/min 左右），这时，如不立即放松起动开关，高速运转的发动机飞轮将反过来带动起

动机单向离合器旋转。发动机飞轮齿圈与起动机齿轮的传动比为 1∶15，对起动机的驱动齿轮来说是难于承受这样高转速的。另外，也会加速起动机轴承套的磨损，因此在发动机起动后应立即放松起动开关，使起动机驱动齿轮与发动机飞轮迅速脱离，避免起动机损坏。

2. 起动机的正确维护

由于起动机的功能重要而工作环境较差，因此对它的日常维护也是十分必要的。

1）经常检查各部位的连接状态及导线的松紧度。

2）及时消除导线、接线柱的氧化物以及起动机外部灰尘和油污，用汽油(或煤油)清洗电枢和驱动机构并烘干，使之保持洁净。

3）检查电磁线圈的技术状态。

4）检查电磁开关动触点和静触点的表面情况，若烧损或有黑斑，应用“00”号砂纸磨平擦净。

5）检查电刷的弹簧弹力(用弹簧秤测定)。弹簧对电刷的压力应在 0.9～1.5kgf 范围内，否则应予调整或更换。

6）检查换向器表面是否光洁；电刷架内是否有卡滞现象；调整电刷的高度(不得低于原高度 1/2)；电刷与换向器的接触情况是否标准，若换向器表面有轻度烧伤，可用“00”号砂纸磨光。若烧伤严重，圆度误差在 0.05mm 以上，必须重新车光磨圆，并用“00”号砂纸擦净。

7）检查驱动齿轮与各部件之间的间隙。起动机经过一段时间频繁使用后，各部件都有一定程度的磨损。驱动齿轮端面与飞轮齿圈端面应保持 2.5～5mm 的间隙，若不符合要求，可在起动机凸缘平面与发动机机座间加减垫片调整，以保证齿轮啮合良好。

★4-64　如何用螺钉旋具快速诊断起动系统故障?

目前，大多数车辆的发动机都采用电动起动机，由于其电路复杂，辅助结构较多，因此一旦出现故障，很难判断故障原因及部位。特别是在野外行驶或作业时，维修、检测工具受到限制，往往会使驾驶人感到束手无策。根据工作经验，总结出利用简单随车工具——螺钉旋具来快速诊断起动系统故障的技巧。

当出现起动机不转故障时，应首先检查蓄电池及导线连接情况，若蓄电池存电充足，接线良好，则故障出在电动机或其控制电路部分，可依照以下步骤检查。

1）用螺钉旋具短接两起动机开关接柱(图 4-34 中的 1、2 接柱)，若起动机不转，则故障肯定在起动机内部，应对其进行修理或更换；若起动机空转正常，则应

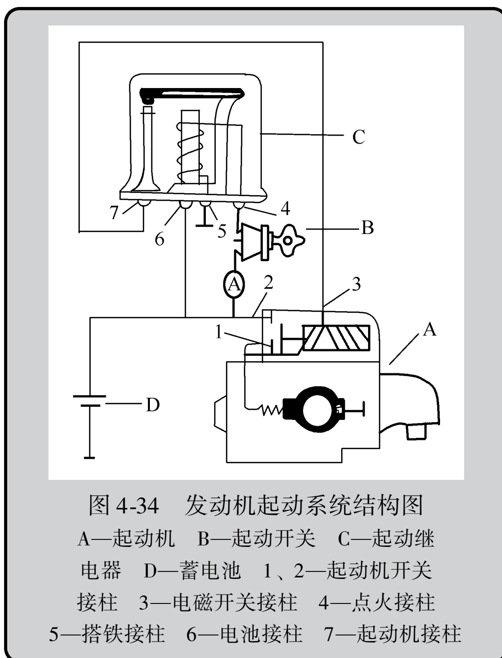


图 4-34　发动机起动系统结构图
A—起动机　B—起动开关　C—起动继电器　D—蓄电池　1、2—起动机开关接柱　3—电磁开关接柱　4—点火接柱　5—搭铁接柱　6—电池接柱　7—起动机接柱

对起动开关、起动继电器、起动开关、电磁铁机构等部位分别进行检查。

2）用螺钉旋具短接起动机开关接柱与电磁开关接柱(图4-34中的2、3接柱)，若起动机不能转动，则故障在电磁操纵装置，应重点检查起动机开关及吸引线圈、保持线圈部分。

3）用螺钉旋具短接起动继电器“电池”与“点火”接柱(图4-34中的6、4接柱)，若正常起动，则故障在起动开关部分，应更换或修理。

4）用螺钉旋具短接起动继电器“电池”与“起动机”接柱(图4-34中的6、7接柱)，若正常起动，则可判定为起动继电器故障，应重点检查继电器触点及电磁线圈部分。

5）用螺钉旋具使起动继电器“电池”接柱(图4-34中的6号接柱)搭铁(注意时间不可太长)，若有火花，则说明起动机与继电器间线路有断路现象。

★4-65　如何诊断与排除迈腾车起动机的故障?

一辆一汽大众迈腾2.0TSI轿车(配备6档双离合器变速器,即DSG)，起动时仪表板上的指示灯正常，但起动机不工作。

接车后，按起动按钮时没有起动机电磁开关吸合的声音，上述故障确实存在。用万用表测量蓄电池电压，正常；按起动按钮，蓄电池电压没有下降，说明起动机中无电流通过。用试灯接在起动机电磁开关电源端子上，然后按起动按钮，试灯不亮，很明显，起动机电磁开关电源端子上没有50号电源电压。用VAG5051查询故障码，发现车载电源控制单元(J519)内有1个故障码02389，其含义为变速器禁用信号及P/N位置不可靠信号(图4-35)。由此可以

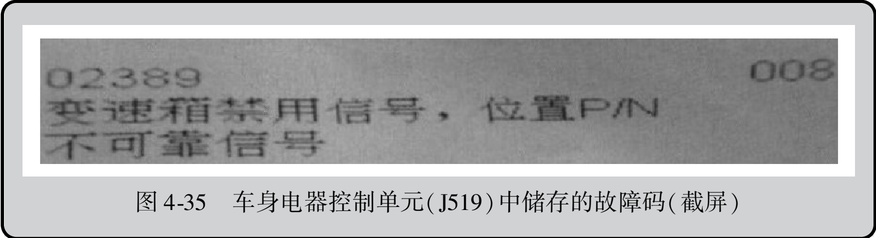


图4-35　车身电器控制单元(J519)中储存的故障码(截屏)

认为故障原因应该是J519没有接到P/N位置信号，因而未使起动继电器吸合，无50号电源输出到起动机电磁开关。用VAG5051读取J519中的数据流，发现变速器的P/N位置信号在任何档位下都为关闭(图4-36)，说明J519确实没有接收到R/N位置信号。因为J519的P/N

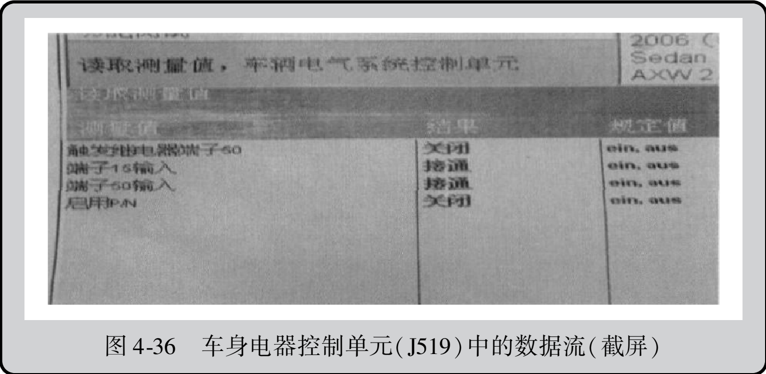


图4-36　车身电器控制单元(J519)中的数据流(截屏)

位置信号是来自变速器控制单元(J743)的，故又读取 J743 中的数据流，发现有 P 位置信号(图4-37)，即 J743 接收到了 P 位置信号，至此判定故障在 J743、J519 或它们之间的导线上。检查导线，正常；接着用示波器检查 J743 与 J519 间导线上的信号波形，变换变速器档位时信号波形(图 4-38)没有变化。上述检查结果表明，J743 能接收到变速杆控制模块传输来的 P/N 位置信号，但是没有将它进行处理后输送给 J519，即 J743 已损坏。

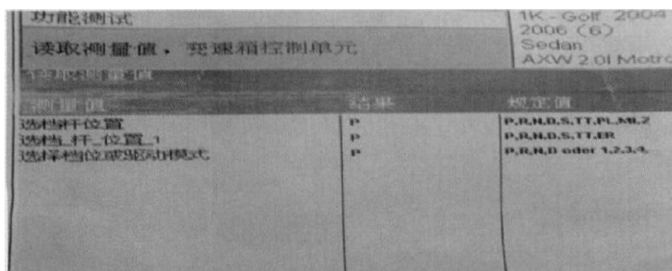


图 4-37　变速器控制单元(J743)中的数据流(截屏)

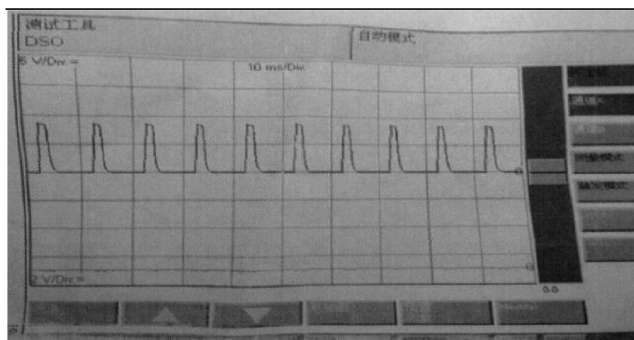


图 4-38　在 J743 与 J519 间导线上的不正常 P/N 位置信号波形(截屏)

更换 J743，并用 VAS5051 进行基本设定。将变速器挂入 P/N 位，再次用示波器检查 J743 与 J519 间导线上的信号波形，为 0V 的直线(图 4-39)，表明故障已排除。接着进行试

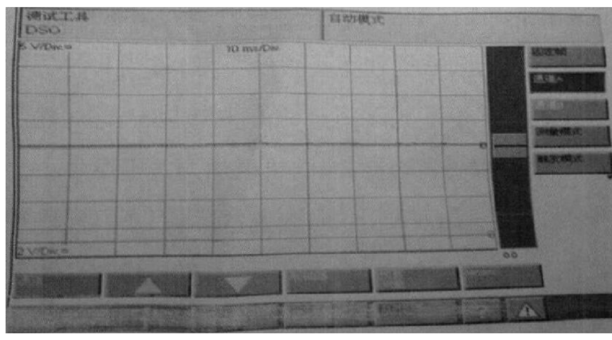


图 4-39　更换 J743 后 J743 与 J519 间导线上的正常 P/N 位置信号波形(截屏)

车，一切正常。

▲4-66 如何诊断捷达车起动机不转的故障?

大众捷达(Jetta)是德国大众汽车集团在中国的合资企业——一汽-大众汽车有限公司生产的汽车品牌。捷达(Jetta-MK1)于1979年在欧洲上市。新款捷达于2010年3月19日在成都上市。全新捷达已于2013年3月9日在深圳上市。一辆捷达轿车(搭载01M自动变速器)在起动发动机时，起动机不转。

检查发现，在变速杆处在P位或N位起动发动机时，起动机不转且听不到起动锁止和倒车灯继电器锁止继电器(J226)吸合的声音。根据捷达轿车起动控制电路图(图4-40)，起动前，检测J226的端子7，搭铁正常；端子2有12V电压，正常。起动时，检测J226的端子6，有12V电压，正常；端子8为0V，不正常。这说明起动锁止继电器确实没有吸合。

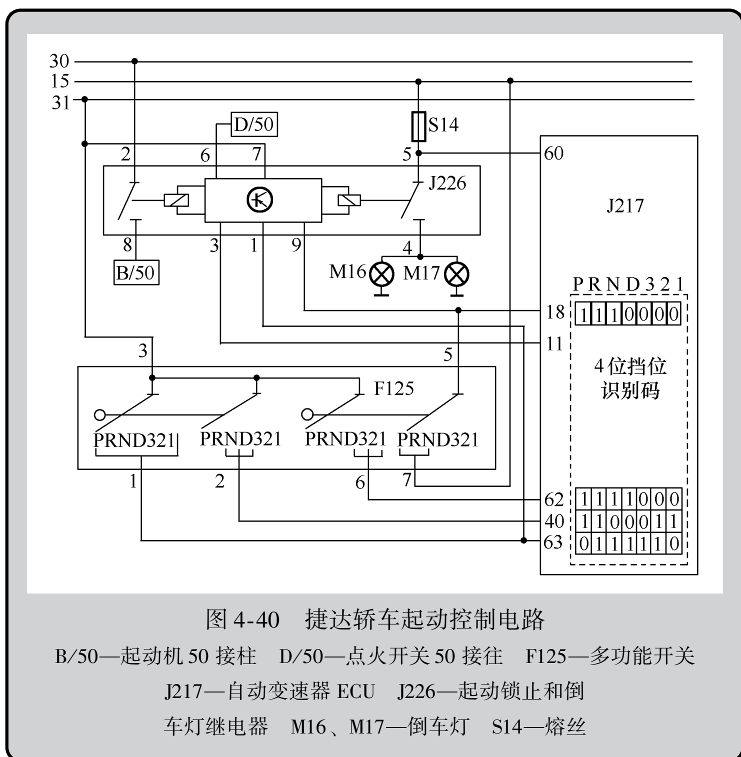


图4-40 捷达轿车起动控制电路

B/50—起动机50接柱 D/50—点火开关50接往 F125—多功能开关
J217—自动变速器ECU J226—起动锁止和倒
车灯继电器 M16、M17—倒车灯 S14—熔丝

J226的端子1、端子3和端子9为档位识别端子，端子1和端子9的信号来自于多功能开关(F125)，端子3的信号来自于自动变速器ECU(J217)。端子1在变速杆处在P位和1位时搭铁，为低电位，识别码为0；在变速杆处在其他位置时有12V电压，为高电位，识别码为1。端子9在变速杆处在P位或N位时有12V电压，为高电位，识别码为1；变速杆处在其他位置时搭铁，为低电位，识别码为0。端子3在变速杆处在P位或N位时搭铁，在变速杆处在其他位置时断开搭铁，即端子3搭铁就是驻车1空档识别信号。J226依据端子1、端子3和端子9的档位识别信号就能识别出P位或N位，当变速杆处在P位或N位时，起动发动机，起动电路就会被接通。

通过上述分析，推断 J226 不吸合的原因有 2 个：一是 J226 的端子 1、端子 3 或端子 9 没有接收到正确的档位识别信号；二是 J226 已损坏。

用故障检测仪读取各档位下的档位识别码，发现各档位的档位识别码与图 4-40 中 4 位档位识别码表所列值相符，由此可以确定 J226 的端子 1、端子 3 和端子 9 能接收到正确的档位识别信号，而 J226 在档位识别信号正确的情况下仍不工作，说明 J226 本身已损坏。更换 J226 后试车，起动正常。

★4-67　如何排除迈腾 1.8T 车起动机有时无法工作的故障？

一辆 2009 年产一汽大众迈腾 1.8T 轿车，发动机型号为 BYJ，搭载自动变速器，行驶里程为 5856km。据驾驶人反映，该车起动机有时无法工作。

试车确认故障，确实存在起动机有时无法工作的故障现象。而在起动机工作时，发动机能正常起动，因此初步判断为起动系统故障。

迈腾 1.8T 轿车的起动系统主要由点火开关、转向柱控制单元(J527)、车载电网控制单元(J519)、起动继电器(J682)、起动机、变速杆位置传感器、网关(含 CAN 总线)、自动变速器控制单元(J743)等组成(图 4-41)，其工作原理如图 4-42 所示。插入钥匙后，防盗系统会对其进行认证，若通过了认证，转向柱控制单元(J527)解开转向锁止，并将信息传递给 J519。同时，变速杆位置传感器通过 CAN 驱动系统总线将档位信息传输给自动变速器控制

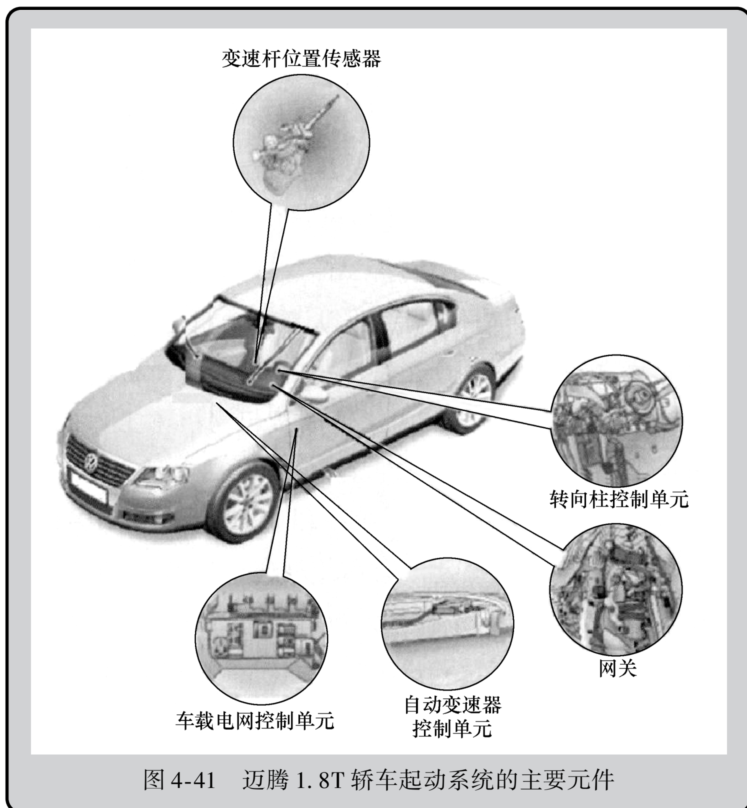


图 4-41　迈腾 1.8T 轿车起动系统的主要元件

单元，只有在变速杆处于 P 位或 N 位时，P 位或 N 位的档位信号会由 J743 处理后传递给 J519。在接通点火开关后，只有 J519 接收到 J527 和 J743 的相关信息，才会给起动继电器（J682）供电，从而控制起动机工作。

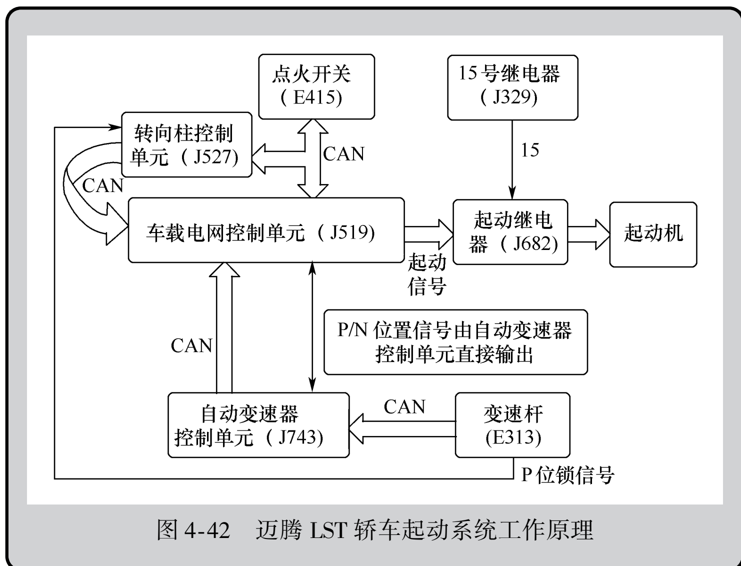


图 4-42　迈腾 LST 轿车起动系统工作原理

在故障发生时，根据电路图（图 4-43）直接短接 J682 的端子 30 和端子 87，此时起动机能正常运转；在起动机正常工作时，测量 J682 的端子 85 与搭铁间的电压为 0V，而正常应

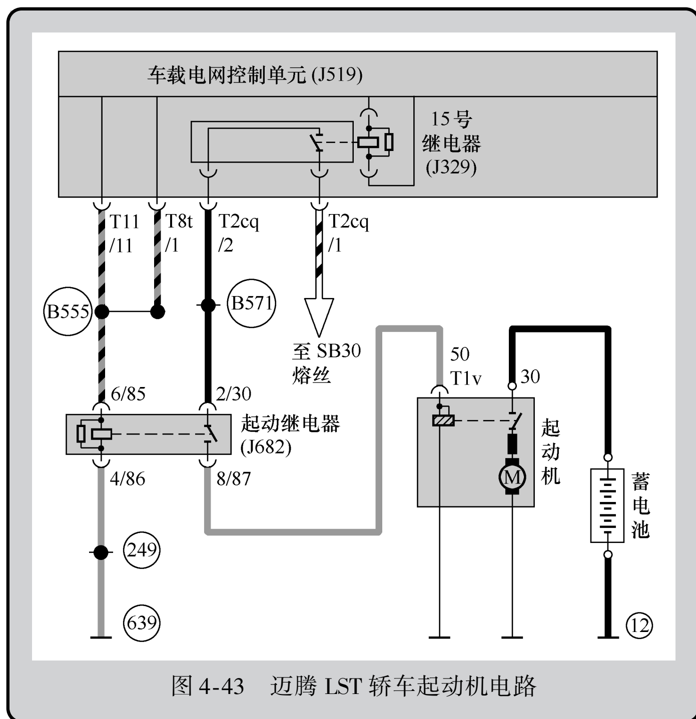


图 4-43　迈腾 LST 轿车起动机电路

为 12V，又检查了 J682 的端子 85 与 J519 的端子 T11/11 之间的线路，线路正常，因此怀疑是 J519 没有向 J682 供电；检查了 J682 的端子 86 的搭铁情况，也正常。至此，可排除起动机及起动继电器之间线路存在故障的可能性。

连接 VAS5052，读取 J519 的数据组(中央电器控制单元 09→读取数据流 08→15 区)可知，J519 能接收到来自自动变速器控制单元的 P/N 位置信号，说明变速杆位置传感器、J743 及相关线路均正常；再查看来自点火开关的起动信号，J519 能接收到来自点火开关的起动信号。由此可知，传递给 J519 的相关信号均正常。经过思考，怀疑是 J519 损坏，然而用替换法更换 J519 后，故障依旧。

用 VAS5052 读取故障码，故障信息显示为“发动机转速传感器不可靠信号”，同时发现发动机转速表不规则摆动。断开点火开关，断开发动机转速传感器的导线连接器，再接通点火开关，转速表依旧不规则摆动。由此可判断故障并不是发动机转速传感器造成的，而发动机控制单元(J623)出现故障的概率较小，因此问题应该还是出在线路上。发动机转速传感器导线连接器断开后，转速表指针应不动。因此怀疑故障原因可能是发动机转速传感器信号线与其他传感器的线路存在短路。于是将发动机转速传感器装复后，逐一断开相关传感器进行检查，在断开 G188(节气门角度传感器 2)的导线连接器后，转速表指针不再摆动，此时起动发动机，起动机正常工作，而在将 G188 的导线连接器装复后，接通点火开关，转速表指针又不规则摆动，因此判断是发动机转速传感器信号线与 G188 的信号线短路，拆检线束后发现 2 根线束的绝缘已经被磨破(图 4-44)。

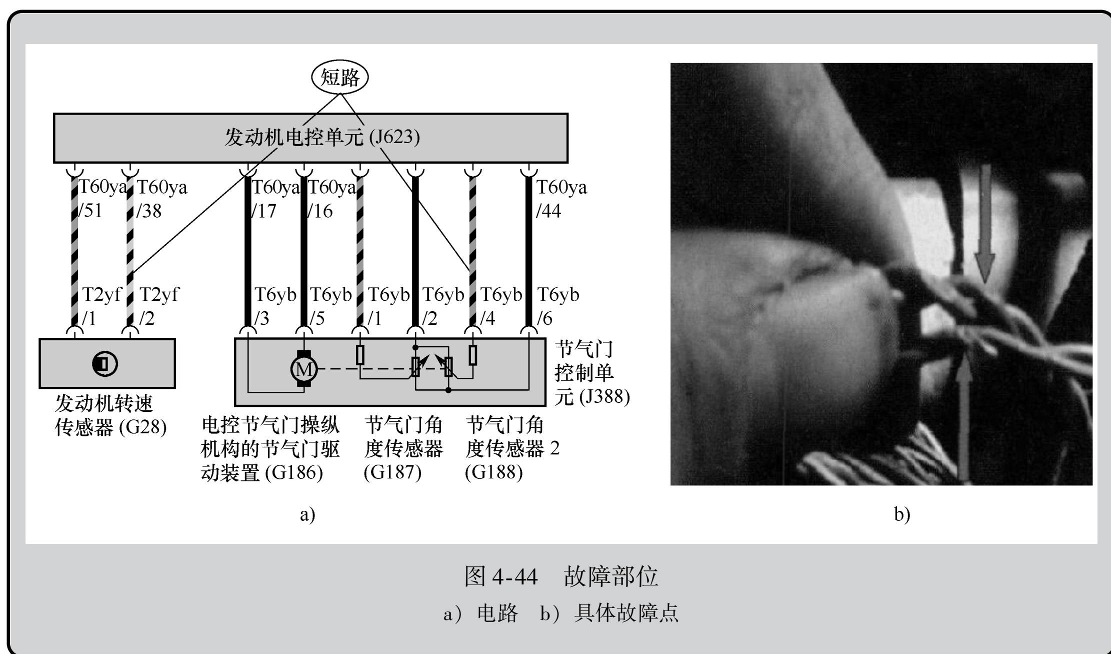


图 4-44　故障部位

a）电路　b）具体故障点

按要求对线束进行处理后试车，故障没有再出现，至此故障彻底排除。一个月后进行回访，驾驶人反映一切正常。

发动机转速传感器信号线与 G188 的线束短接在一起时，在接通点火开关至 ON 位置时，G188 的信号电压传到发动机转速传感器的信号线上，J623 接收到发动机转速信号，通过

CAN 总线传递给 J519，J519 在接收到发动机转速信号后，误认为发动机已经起动，为了防止由于误操作导致在发动机起动后起动机再次工作，J519 不会激活 J682，因此造成了起动机不工作的故障出现。

▲4-68 如何诊断别克君越有时起动机不运转的故障？

一辆上海通用别克君越 2.4L 发动机。在起动时起动机不运转。该车多次出现此故障现象，当出现无法起动时，维修人员短接位于前发动机盖下熔丝盒内的起动继电器之后，发动机立即起动成功，说明起动线路无异常，而故障在其控制线路。之后维修人员检测发动机、变速器并无故障码，并且防盗控制模块内也无防盗数据。维修人员怀疑变速器内档位开关不好，多次进行调整，结果无效。

接手此车后进行试验，目前并没有故障现象，观察变速器与发动机数据内的档位信息，均无异常，与实际的变速杆位置显示完全一致。检查防盗信息无异常故障码，检查 BCM 内数据也无任何异常。考虑起动继电器是由发动机控制模块 ECM 来驱动的，而 ECM 控制起动继电器时则会参考下列信息：

1）来自 BCM 的起动信号，注意并非点火开关的起动信号。其原理为点火开关并非电源的供能部件，而是信号部件，BCM 接收点火信号后，控制供能继电器或通过二级数据线路传递点火档位信号。

2）变速器控制模块 TCM。接收变速器内部发出的档位信号，然后通过 CAN-BUS 高速网络将变速杆的档位信息传递到 ECM 中。

3）防盗系统的防盗信息。该信息由 BCM 以及防盗接收器实现，判断、验证点火钥匙芯片的合法性，再由 BCM 传递到 ECM 中。

4）ECM 本身硬件或软件故障或 ECM 的电源、搭铁线不完整同样会造成其无法正常工作，也就无法驱动起动继电器。

只有同时满足上述几个条件后，ECM 才可能控制起动机运转，但是目前没有试验出故障现象，所以从各个模块的数据上都无法确定、排除故障。于是找到相关维修人员，询问故障发生时相关状态，其中有一点引起了怀疑：当点火开关打到起动位置时，仪表全部变暗、所有指示灯都熄灭；而正常状态时，点火开关在起动档时，其发动机的故障指示灯是不会熄灭的，只有在发动机运转后才熄灭，如图 4-45所示。



图 4-45 正常状态起动档时仪表上的发动机故障灯是亮的

查阅君越的点火开关以及 ECM 的电源线路得知：ECM 并不是直接获取点火开关的档位信号，点火开关的状态信息先传递到 BCM，然后再传递到 ECM。其中

ECM 中的附件档信息是直接通过点火开关而获取的，这条电源的作用就是在失去来自 BCM 的点火信号时，ECM 接收到附件档信号，就可以通过 CAN 信号对 ECM 与 TCM 进行诊断。并且 ECM 可以直接驱动 IPC 中的发动机故障灯点亮，而起动时 ECM 也可以直接驱动故障灯点亮。由 IPC 的线路得知，该车发动机故障灯并不受 IPC 控制，所以在起动自检时，并不会熄灭，如图 4-46 ~ 图4-48所示。

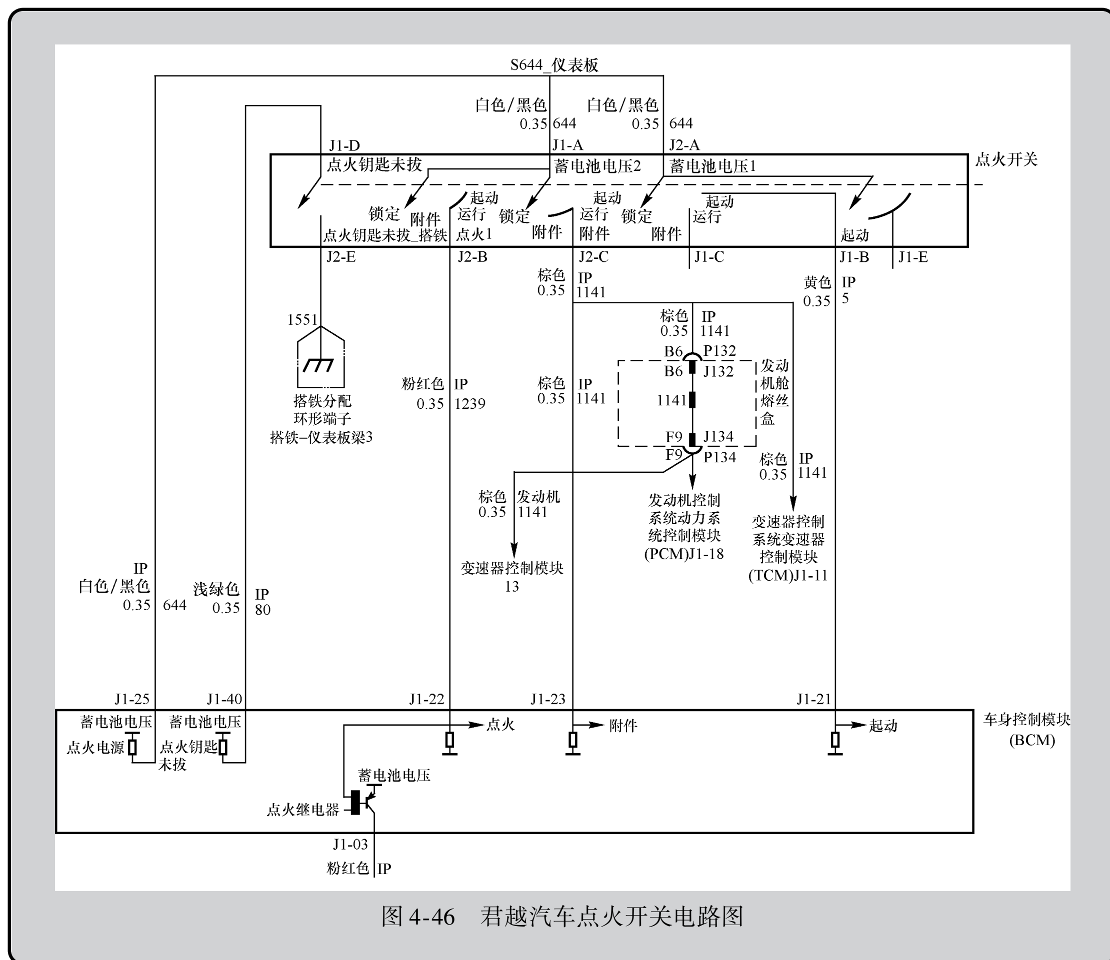


图 4-46 君越汽车点火开关电路图

根据上述分析，认为点火开关的信号并没有传递到 ECM，或 ECM 存在电源、搭铁故障，导致在起动档时仪表无指示灯并且起动机不运转。最直接的检测方法就是利用 TECH2 监视二级数据线上各个控制模块的电源状态，如图 4-49 所示。根据此信息，维修人员经过反复试验终于发现，在出现故障时，点火开关的起动档位对应的信息居然为附件档信息。

最后更换点火开关，反复试验，故障消失。

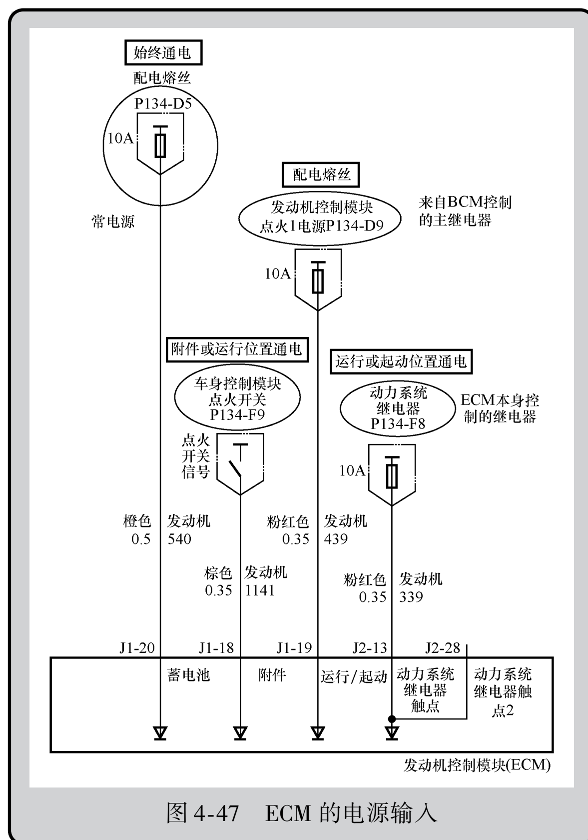


图 4-47 ECM 的电源输入

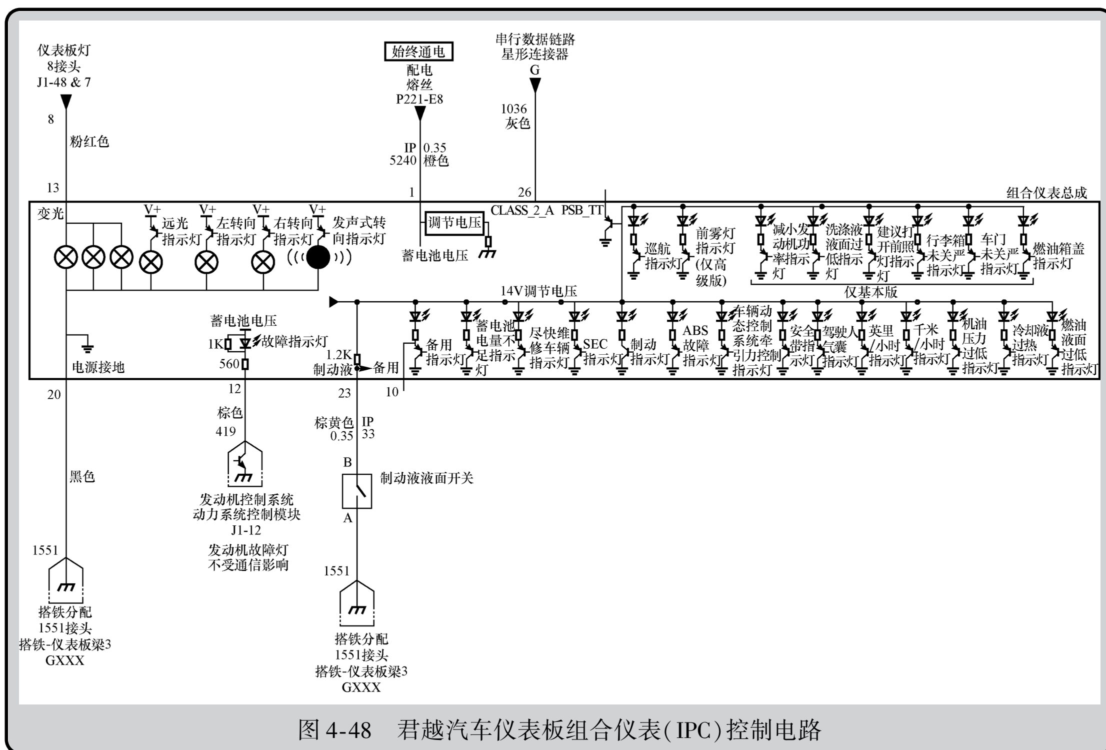


图 4-48 君越汽车仪表板组合仪表(IPC)控制电路

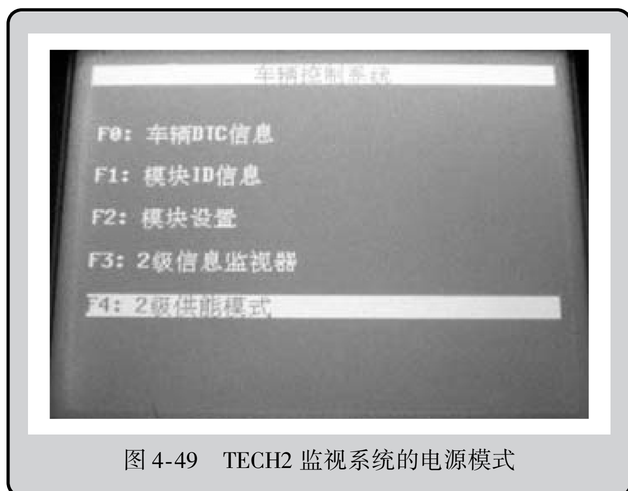


图 4-49　TECH2 监视系统的电源模式

☆4-69　怎样检测奔驰 GL450 起动机没反应的故障?

奔驰 GL450 是一款全尺寸 SUV，也是奔驰 GL 级的中配车型。奔驰 GL450 分为 Grand Edition 和 4MATIC 两种款式。奔驰 GL450 车身长度超过 5m，轴距超过 3m，凭借拥有可容纳 7 名乘客的超大空间，使其完全有资格与同级别的雷克萨斯 LX570、英菲尼迪 QX56 相抗衡。作为一款豪华 SUV 车型，奔驰 GL450 自然也少不了配备了许多高科技人性化配置。从结合其承载式车身及整体的设计理念来看，奔驰 GL450 更注重公路行驶的平稳度和乘坐的舒适性，而并不擅长越野。

一辆奔驰 GL450，底盘型号为 X164，发动机型号为 273。此车是 2008 款的美款车，主要故障是起动机没反应。

起动机的控制框图如图 4-50 所示，先查起动机到发动机的控制线有没有问题。用万用表检查起动继电器的控制线圈、电源都正常，再测量线圈的控制搭铁端到发动机控制模块的线路也都正常。在起动时检查发现发动机控制模块没有控制继电器负极搭铁，这是起动机不运转的原因。发动机控制模块不控制起动机继电器的原因是什么？那就要了解整个第三代驾驶认可系统了。

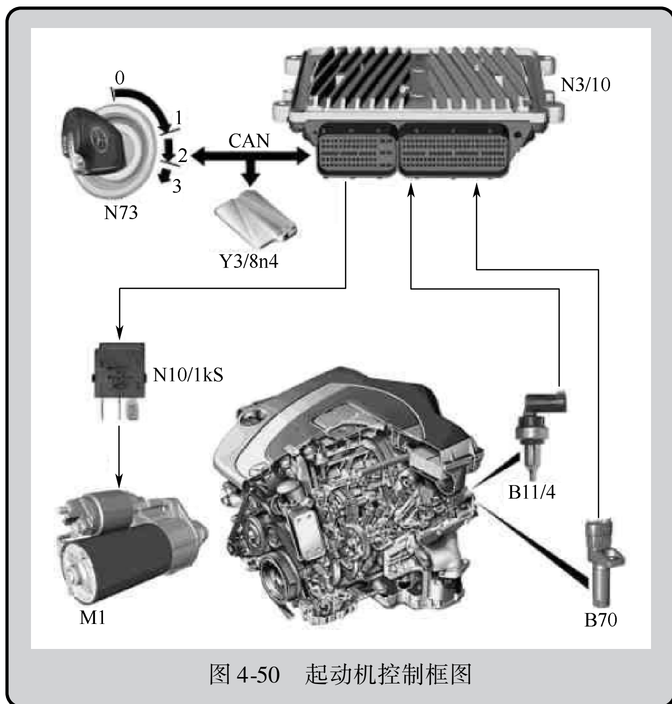


图 4-50　起动机控制框图

如图 4-51 所示，第三代驾驶认可系统由以下几个控制部件

组成：电子点火开关(EIS)控制模块(N73)、发动机(ME)控制模块(N3/10)、整体集成式变速器(EGS)控制模块(Y3/8n4)、直接选档(ISM)智能伺服控制模块(A80)。它们之间的通信是通过 CAN-C 网络传输的。这里主要分析起动机没反应的问题。当把点火钥匙插到 EIS 里时，EIS 与点火钥匙就会通过红外线来进行双向数据传输并验证当前是不是授权的钥匙。只有授权的点火钥匙才能拧动点火开关，同时它也会发送验证数据到 ME 控制模块、EGS 控制模块、ISM 控制模块，只有验证通过才能正常起动发动机。当把点火钥匙拧到起动位置时，EIS 会根据 ME 控制模块、EGS 控制模块、ISM 控制模块的当前状态，如变速杆是否在 P/N 位置，发动机的转速、自动变速器的档位识别等是否允许起动机正常运转，如果正常就会通过 CAN-C 网络发送起动(50)信号给发动机控制模块。发动机控制模块再通过 CAN-C 网络来确定其他控制模块的状态，如果符合起动要求，就由发动机控制模块来驱动起动继电器闭合来驱动起动机。

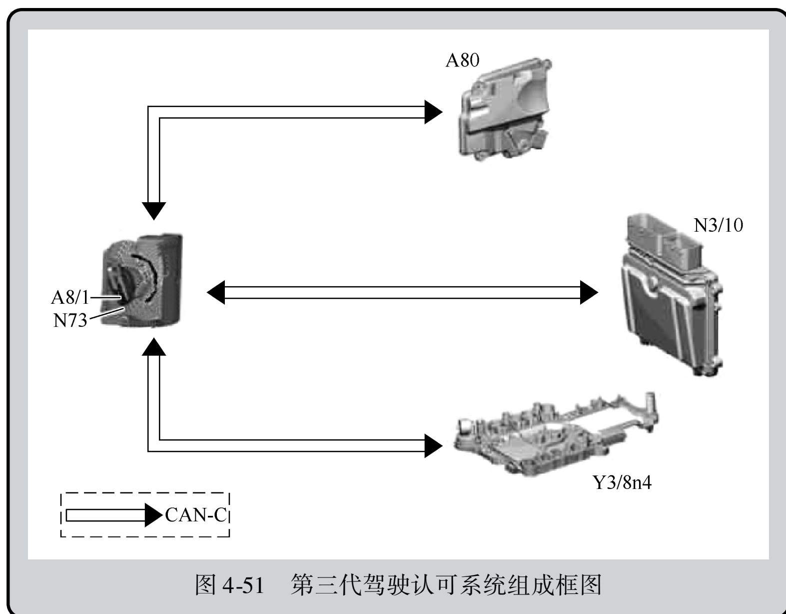


图 4-51 第三代驾驶认可系统组成框图

对于这个故障，根据现象分析 EIS 是不会有问题的，钥匙也是正常的。要是不能起动，钥匙在 EIS 里是转不动的。只是不知道 EIS 在起动时有没有起动(50)信号发送到发动机控制模块。为了证实所推测的是否正确，用奔驰专用诊断仪查看它的实际值。进入电子点火开关 EIS 控制模块，查看行驶授权的实际值，如图 4-52 所示。

再看如图 4-53 所示的起动信号，在起动档时，只要 ISM 的档位在 P/N 位置时，都会有起动(50)信号输出。而当不在 P/N 位置时，就没有起动(50)信号输出。这说明 EIS 与 ISM 之间是正常的，而且 ISM 的档位信号是准确的。既然 EIS 和 ISM 都没有问题，而且都有起动信号输出。再回头看图 4-52 中 ME、ISM、EGS 都是允许起动的，没有问题。那会是谁出错了？一时间还真难判断。用奔驰诊断仪查看 EGS 和 ME 控制模块的行驶授权实际值，分别如图 4-54 和图 4-55 所示。

在这两个图中，分别是发动机和自动变速器的行驶授权实际值，全部都在是的位置，从这里也看不出问题。于是在自动变速器 EGS 控制模块的起动过程查看它的实际值，如图 4-56所示。在上图中，档位显示是 P 位，而在 017 里却显示未打开，正常是激活才对。当挂



车辆 164.871　　控制单元 EZS（电子点火开关）

行驶授权

编号	名称	标准值	实际值	单位
896	系列号		1011121314151617	
510	供电	11.00...14.50	12.35	V
619	上一把使用过的钥匙或钥匙槽		2	
620	倒数第二把使用过的钥匙或钥匙槽		1	
880	控制模块EZS（电子点火开关）已初始化		是	
881	控制模块EZS（电子点火开关）的运输保护装置已松开		是	
882	控制模块EZS（电子点火开关）已个人化		是	
883	控制模块EZS（电子点火开关）已激活		是	
886	控制模块EZS（电子点火开关）的版本		标准装备	
889	EZS（电子点火开关）已输出旋转许可		允许	
891	ME（发动机控制系统）允许起动		允许	
892	A80（直接选档伺服模块）：允许起动		允许	
893	自动变速箱：允许起动		允许	
520	FIN		4JGBF71E1BA	

图 4-52　查看行驶授权实际值(一)



车辆 164.871　　控制单元 EZS（电子点火开关）

端子15 - 端子50

编号	名称	实际值
500	52/3（无钥匙起动的起动和停止按钮）/ 钥匙插入控制单元EZS（电子点火开关）。	否
509	"无钥匙起动"起动和停止按钮已按下	否
508	钥匙位于"H0"位置（辅助触点A）	否
501	输出端 总线端15C（CAN）	打开
502	"回路15R"输出端（CAN）	打开
503	输出端 总线端15（CAN）	打开
504	输出端 总线端15X（CAN）	关闭
505	输出端 总线端50（CAN）	打开

图 4-53　起动(50)信号

档时，不在 P/N 位置时才显示未打开。读取正常车的数据与上述的相同，怀疑自动变速器 EGS 控制模块损坏。此车装的是 722.9 型自动变速器，自动变速器 EGS 控制模块是和阀体一起的，要换就得连阀体一起更换。更换阀体总成，查看数据，恢复正常，故障排除。



图 4-54　查看行驶授权实际值(二)



图 4-55　查看行驶授权实际值(三)



图 4-56　查看起动过程

△4-70　如何排除起动机电磁干扰导致不着车的故障?

一辆捷达车，在起动时出现发动机不着车的现象。发现的不正常现象有：

1）发动机没有高压电，喷油器也不喷油，点火和喷油器供电正常。

2）起动发动机的同时，油泵继电器频繁地吸合、断开，车辆无一点着车迹象。

3）起动时，仪表上的发动机转速表有波动，同时车速表也偶尔指到 40、60、100 等。

4）拔掉霍尔传感器 G40 后，起动发动机时无故障码产生。

曾经进行过的维修：更换了发动机控制单元、防盗控制单元、发动机转速传感器(G28)和霍尔传感器(G40)。更换过点火开关底座、主继电器、油泵继电器；拆下油底壳检查 G28 脉冲信号发生转子，检查 G28 与脉冲信号发生转子间隙，并且测量 G28 波形也正常；检查

处理各搭铁点，并打磨，重新安装。

用 VAS5051B 读取发动机和防盗控制单元的故障码，在 01 发动机控制单元内：显示发动控制单元锁死；在 25 防盗控制单元内显示：防盗钥匙超过上限。于是重新检查并匹配点火钥匙，匹配过程中发现在防盗器控制单元内被设置成匹配 10 把点火钥匙(该车最多 8 把)。匹配成功后，在 01 发动机控制单元和 25 防盗控制单元内的故障码不再出现，但是仍然无法起动车辆。根据以上故障现象确定了维修方向：发动机控制单元程序没有进行正常工作。

可能原因：①防盗器系统未正确授权导致(已经通过 VAS5051B 匹配排除)；②发动机控制单元本身出现故障(已经更换过,确定控制单元本身正常)；③其他原因导致控制单元程序未工作(供电及线路都已排除)。

考虑到可能存在的电磁干扰，断开发电机插头和更换新高压线一套，后考虑更换起动机，更换后故障排除。首先确定该车为电磁干扰造成的发动机控制单元故障，为了探究保养完起动机后究竟是哪里出现了问题，我们拆解了故障起动机，发现问题如图 4-57 所示。起动机转子线圈的端面已经严重磨损，并已经将线圈的绝缘漆损坏，当起动机转子旋转时，线圈被挡油盘(金属件)短路，产生强电磁干扰导致发动机控制单元的程序无法正常工作，致使车辆无法起动。



图 4-57　捷达车起动机分解图

★4-71　如何进行轿车起动系统的检修及故障诊断?

1. 起动机的检修

1）电枢的检修。起动机电枢的外形如图 4-58 所示，**主要检查换向器和电枢绕组，**观察换向器表面有无烧蚀，轻微烧蚀可用 00 号砂纸打磨；检查换向片间切槽深度，切槽内应清洁无异物，最小深度为 0. 2mm，小于该深度应进行修理；换向器直径不应小于规定的最小直径，否则应更换换向器。用万用表检查电枢绕组有无断路或短路，若出现断路或短路应更换电枢。

2）电刷的检查。如图 4-59 所示，观察电刷与刷架的配合以及与换向器的接触情况，**电**

刷在刷架中应活动自如，不应有卡滞现象；电刷与换向器的接触面不应低于80%。



图4-58　起动机的电枢

3）单向离合器的检查。简单的方法是：如图4-60所示，一手握住单向离合器，另一只手转动驱动齿轮，齿轮在一个方向可以自由转动，另一个方向不能转动。如两个方向都能转动，说明单向离合器已损坏。检查单向离合器所能承受的转矩，可通过全制动试验测得，若出现打滑现象，应更换单向离合器。



图4-59　起动机的电刷及电刷架

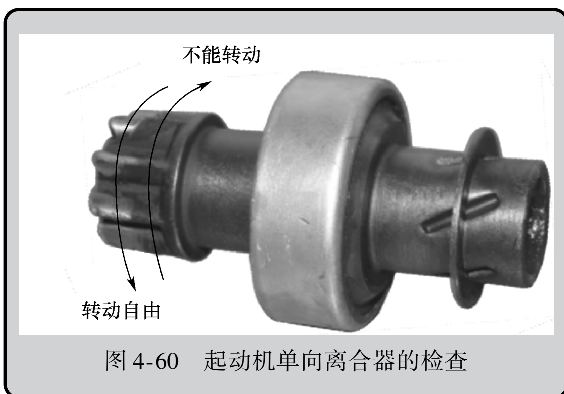


图4-60　起动机单向离合器的检查

4）电磁开关的检查。观察主开关触点，接触盘平面是否清洁，有无烧蚀。轻微烧蚀可用细砂纸打磨，严重时要用锉刀锉平。可用蓄电池对起动机电磁线圈实际短时间供电的方法来判断吸引线圈和保持线圈工作是否正常，铁心运动是否灵活。

2. 起动系统的故障诊断

1）起动机不运转的故障诊断。起动机不运转的故障诊断流程如图4-61所示。

2）起动机转速太低，不能起动发动机的故障诊断流程如图4-62所示。

3）起动机驱动齿轮与齿圈的啮合正确，但是发动机不转的故障诊断流程如图4-63所示。

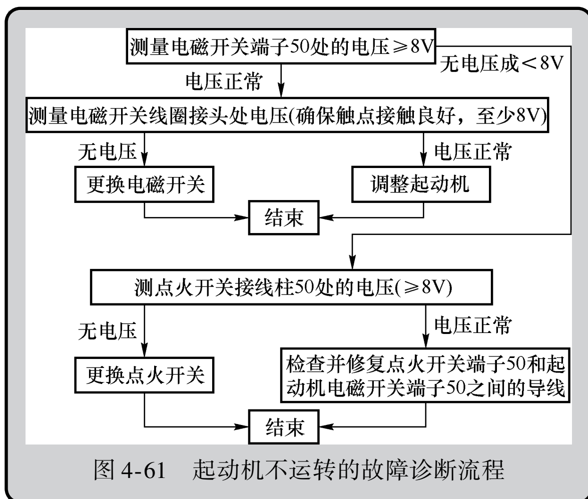


图4-61　起动机不运转的故障诊断流程

4）驱动齿轮与飞轮齿圈工作不正常的故障诊断流程如图 4-64 所示。

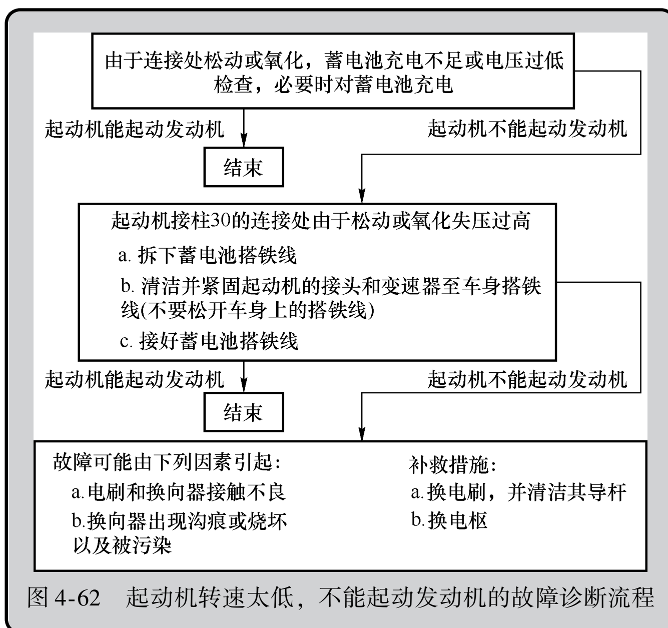


图 4-62　起动机转速太低，不能起动发动机的故障诊断流程

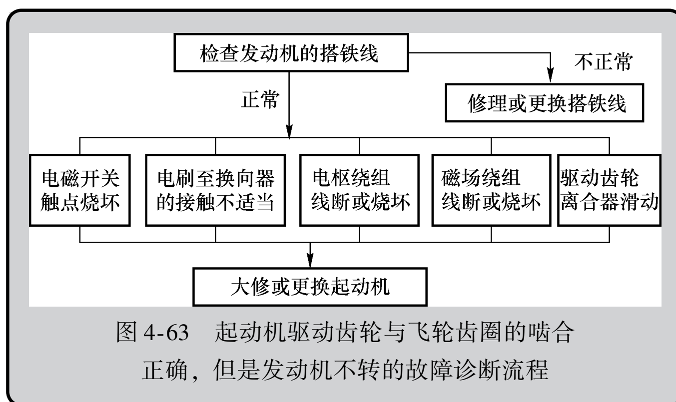


图 4-63　起动机驱动齿轮与飞轮齿圈的啮合正确，但是发动机不转的故障诊断流程

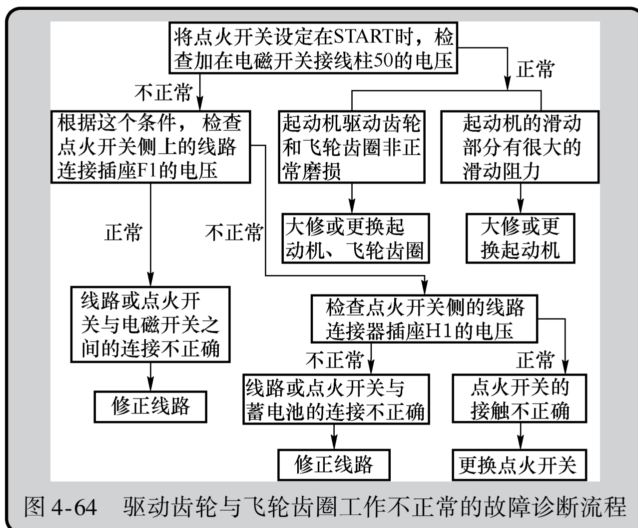


图 4-64　驱动齿轮与飞轮齿圈工作不正常的故障诊断流程

△4-72　蓄电池无电时如何应急起动车辆？

车辆的蓄电池无电时，应急起动车辆的常用方法有以下3种。

1. 推车起动法

这种方法是大家最熟悉也是最有效的应急起动方法，如图4-65所示。具体方法和注意事项为：①观察车辆停放位置的路况是否适合推车起动，最好借助下坡路，以提高起动车速。如果车辆前方为上坡路，向前推车时车速就很难提高，车辆起动起来相当困难，所以应该调转车头，向下坡方向推车；②尽量不要在车辆和行人多的路段推车起动，以免车辆起动后因驾驶人应变不当而出现意外事故；③车辆推动之前，应打开点火开关，将变速器挂入2档或3档，踩下离合器踏板，尔后推动车辆；④当达到相当车速后，迅速松开离合器踏板并深踩加速踏板；⑤发动机一旦起动，应迅速踩下离合器踏板，同时控制加速踏板，不让发动机熄火，然后慢慢停车。采用推车的方法起动发动机是一种迫不得已的手段，不能经常使用，因为这样做对发动机和离合器有一定的损伤，装配自动变速器的车辆尤其要避免使用此种方法起动。



图4-65　推车起动法

2. 靠近接触起动法

这种起动方法又俗称“借电法”。具体方法是：①将两辆车靠近，直到跨接电缆足够连接两车蓄电池的正、负极(如图4-66所示，**起动前要注意：确保两辆车之间有一定的安全距离；只允许使用具有足够承载能力且绝缘外皮较好的电缆；如果提供电源的蓄电池在车辆上的安装位置不便于直接进行跨接，必须使用工具将该蓄电池拆下**)；②确定两车蓄电池的正极和负极，使用电缆将两车蓄电池的正极与正极、负极与负极分别连起来(**要注意蓄电池的正、负极一定不要搞错**)，而且要保证电缆的可靠连接；③布置好电缆的走向，防止起动时电缆与传动带或风扇刮蹭；④关闭被起动车辆上所有附属用电设备，起动提供电源的车辆，使其发动机运转几分钟，以保证电量充足；⑤按正常方式起动无电车辆，发动机起动后，应轻踩加速踏板，使发动机以2000r/min的转速运转几分钟；⑥小心拆除电缆，注意避免正、负极电缆接头相碰。



图 4-66　两车靠近接触起动

当然，如果有备用蓄电池的话，也可以采用备用蓄电池进行跨接起动，具体线路连接如图 4-67 所示。蓄电池跨接起动方法：



图 4-67　使用备用蓄电池进行跨接起动

1）将待起动车拉紧驻车制动手柄，自动档车则置于 P 位。

2）如图按照图 4-67 中 1、2、3、4 的顺序，也就是：红头跨接线一端先接故障蓄电池正极、另一端接到备用蓄电池正极；黑头跨接线一端先接备用电池负极，另一端连至车身搭铁（故障电池车的可靠金属表面）。

3）使用点火开关起动发动机。

4）发动机起动后，不要熄火。

5）分别拿下车身搭铁跨接线、备用蓄电池负极的跨接线、备用蓄电池正极的跨接线、故障蓄电池正极线。

注意：关于车身搭铁，如图 4-67 所示，接到发动机旁的金属件上效果好，接到其他部位如发动机舱里的其他金属上，起动不了。

3. 牵引起动法

这种方法的原理与推车起动的方法大同小异，不同的是采用的驱动力由人力换成了车辆牵引力。具体操作方法和注意事项为：①使用长度适当的牵引绳，并将两头捆扎结实；②在牵引前，前、后车驾驶人应先确定好联络信号，如起步和停车是鸣喇叭示意还是打手势示意

等，以便协调配合；③前车驾驶人除应注意后车的起动情况外，还应随时注意路面上的交通状况，慢速起步，在发动机起动后，后车驾驶人应及时向前车驾驶人示意，尔后两车应缓慢靠路边停车。

▲4-73　如何修理起动机的电刷?

起动机的电刷如果接触不良，就会使起动机运转无力，甚至不转。所以在维修起动机时，应该先进行周全的检查。在分解起动机时，可先不将电刷从刷盆内钩出，而是连同端盖一起拆下。这样，当将起动机拆开后，便可根据各电刷被卷簧压出刷盆的长度，一目了然地分辨出它的正常与否。一般情况下，被卷簧压出得长，可视为正常，反之还需进一步查明原因。

电刷过度磨损、卷簧过弱或安装不当等均会导致电刷被卷簧压出刷盆过短。还应注意是否出现铜线变色、卷簧退火、电刷卡死的现象。

修理时，除了使电刷的高度不低于标准的2/3，卷簧有足够的弹力之外，还有以下几点应引起注意。

1）电刷架对其电刷有着导向的作用，在选用或修磨电刷时，要求电刷在架内的活动既要灵活自如，但又不能过于松旷。

2）电刷与换向器的工作区域应保持清洁干燥。因此，在给轴套加注润滑油时不可过量。

3）电刷置入刷盆后，其簧臂应压在中间凹槽中，可防电刷的偏磨；其铜线应顺势呈“蹲姿”，勿呈“跪姿”，可预防被铜线拽住。

4）电刷的铜线如果发现曾有过热的迹象，应谨慎使用，因为这种铜线有松动之嫌。若更换新电刷，应选择同型号的。

5）负极电刷的搭铁一般有两种：一种是在刷架上，另一种在端盖上。经对比，后者更可靠些。在重新装配前，刷盆及支架板的锈蚀务必清除干净。

▲4-74　如何保养与修理汽车起动机的铜套?

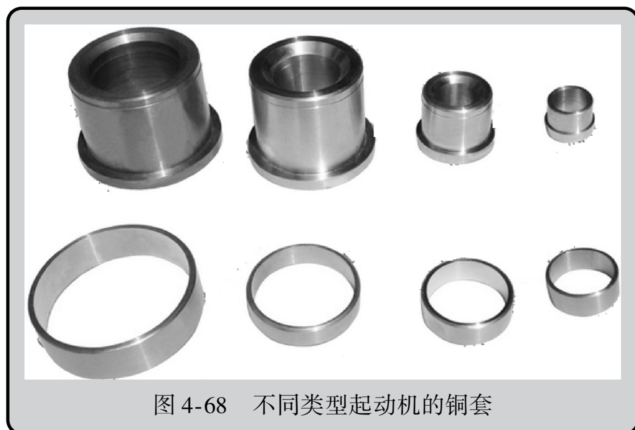
在进行汽车起动机修理时，有的人认为起动机铜套是结构比较简单且价值比较小的零件，其故障现象也不复杂，因此对其重视不够。但由起动机铜套保养与修理不当引起的故障，在起动机所有故障中所占的比例还是比较高的，不同型号起动机铜套的外形如图4-68所示。比如，**起动机铜套与转子轴颈配合过紧，就会使起动机转速低，甚至不转；起动机铜套与转子轴颈配合松旷，就会使起动机转子与磁极碰擦、运转无力**等。对汽车起动机铜套进行保养与修理时应注意几个方面。

1. 起动机铜套的润滑

起动机工作的特点是短时、高速、重载，加之出于结构上的考虑，起动机转子支承多采用滑动轴承(铜套)，其材质多为青铜石墨或铁基含油轴承，以适应起动机的冲击载荷，同时也可避免经常加注润滑油。

由于含油材质铜套在长时间储存、运输过程中，润滑油会流失，甚至有的铜套在生产出来后根本没有浸油，这些都对起动机铜套润滑非常不利，会加快铜套的磨损，从而使起动机使用寿命大大缩短。所以，新铜套在使用前最好先在润滑油中浸泡一段时间。对于非含油材

质铜套，为了改善润滑条件，可在接近齿轮的铜套孔正中加车一道宽和深约 1mm 的油槽，装起动机转子前先将润滑脂涂在铜套及槽内，也可在起动机接近电刷的铜套中间钻一个小孔，并经常加点机油，但油不要加得太多，以免挤出来污染整流子。这样可减小铜套的磨损，延长起动机的使用寿命。


图 4-68 不同类型起动机的铜套

2. 起动机铜套的铰削与更换

起动机前、中、后铜套在大修时必须同时更换。在更换起动机铜套时，应注意检查以下 7 个方面。

1）检查起动机转子轴是否弯曲。若转子铁心表面的径向圆跳动超过 0.15mm，中间轴颈的径向圆跳动超过 0.05mm，应进行校正。

2）检查起动机转子轴颈磨损是否过甚，端盖是否有严重变形、破裂。若起动机转子中间轴承支承轴颈磨损超过 0.17mm，前、后端盖铜套支承轴颈磨损超过 0.1mm，或前后端盖有严重变形、破裂，都应进行修复或更换新件。

3）检查整流子表面有无烧蚀和失圆，检查转子电枢绕组有无断路、短路和搭铁，否则等铜套铰配好后再发现问题将造成人力物力的浪费。

4）装配新铜套前，检查新铜套内外圆柱的同轴度误差应不大于 0.10mm，否则视为严重偏心，应予以更换。

5）检查铜套外径是否符合要求。若铜套外径尺寸过大，压入时就会引起壳体破裂；若铜套外径尺寸过小，则会引起铜套松动。

6）铜套铰削时，应使铰刀轴线与铜套轴线保持同轴，且铰削量不宜一次过大，防止铜套在承孔内滑转和铰过量，并边铰边试，防止铰配间隙过大而使铜套报废，直到转子轴颈在铜套内转动灵活而又无明显的径向间隙为止。起动机铜套与轴、铜套与座孔的配合一般应符合表 4-1 的数据。

表 4-1 起动机铜套与轴及座孔的配合数据

名称	标准间隙/mm	允许最大间隙/mm	铜套外圆与孔的过盈/mm
前端盖铜套	0.04 ~ 0.09	0.18	0.08 ~ 0.18
后端盖铜套	0.04 ~ 0.09	0.18	0.08 ~ 0.18
中间轴承支撑板铜套	0.085 ~ 0.15	0.25	0.08 ~ 0.18
驱动齿轮铜套	0.03 ~ 0.09	0.23	0.08 ~ 0.18

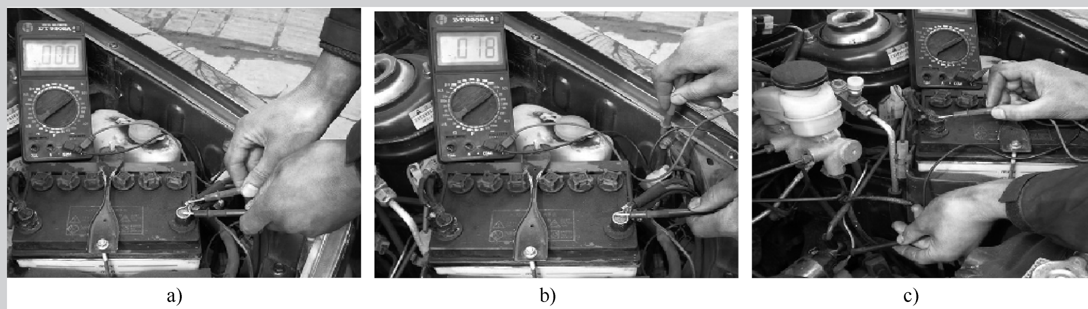
7）装配时，前、中、后各铜套与轴颈表面应涂抹一层锂基润滑脂，但不宜过多。中间轴承支撑板与驱动端盖装合后，应将转子轴装入其间进行试转，此时应转动自如、无卡住现象。最后装合后还应再次试转，应转动自如、灵活。否则为轴承不同轴，轻者可予以刮修，严重时应更换铜套。

▲4-75　如何用高阻抗数字电压表检测起动电路电压降?

电路的电压降与其电阻有关，一般以为使用电阻档表直接测量为好。实际上使用万用表电阻档测量时电压较低，电流很小，不能准确反映电路工作的实际情况，特别是对起动电路。因此如果要准确测量导线和连接部位的接触电阻，最好的办法是检测正常电流通过电路时两端的电压降。

用高阻抗数字电压表测试的方法如下：将电压表调到低量程，便于读出1V以下的电压值。电压表的红引线总是连接导线或部件的正极端，即最靠近蓄电池正极柱的一端；电压表的黑引线总是连接电缆线或部件的负极端，即最靠近蓄电池负极柱的一端。

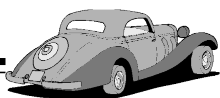
测试起动电路必须使电路处于工作状态，即有电流通过电路。**在起动电路中所有导线、接头的最大容许电压降不应超过0.4V**。如果电压降为0或数值很小，说明电阻很小或没有电阻。当然，电路不工作时也是如此。如果导线或接头的电压降超过0.3V应视为高电阻。但有的蓄电池导线特别长，根据实践情况，容许电压降也应适当增加。例如2.5m长的蓄电池导线，可容许0.4V的电压降，但不宜太大。如果起动机转动缓慢，应先检测蓄电池的导线或接头电阻是否过高，不应盲目拆卸起动机。每次测量时，在读出电压表读数后应立即使发动机停止转动。蓄电池两端接头电压降测量示意如图4-69所示。发动机转动时间过长会使起动机过热，使液压气门挺杆放油，蓄电池迅速放电。导线及其接头的电阻是否过高，也可以在起动发动机时，用手触摸导线或接头，根据其温度作出判断，如果阻值正常，触摸时应没有特殊感觉。如果感到发热甚至发烫，说明阻值过高，应清洁接头或更换导线。



a)　　b)　　c)

图4-69　蓄电池两端接头电压降测量示意图

a）接头　b）负极导线　c）正极导线



第五章



点火系统维修技能

▲5-76　无分电器点火系统是怎样工作的?

无分电器点火系统取消了分电器总成，高压配电方式由原来的机械式配电改为电子式配电，除了具有有分电器微机控制点火系统的优点外，还具有许多突出的优点，所以自 20 世纪 80 年代问世以来，在美、日及欧洲发达国家得到迅速发展和广泛应用，带来了发动机点火系统发展的又一次飞跃。进入 20 世纪 90 年代后，我国一汽大众的部分奥迪和捷达乘用车，上海大众的部分桑塔纳和帕萨特乘用车等也相继采用了无分电器点火系统，无分电器点火系统正逐步成为发动机点火系统的主流。由于无分电器点火系统在组成、配电原理方面与有分电器点火系统不同，对应的失火故障原因和诊断方法也不相同，在检修时应充分注意。

1. 无分电器点火系统的组成

无分电器点火系统由低压电源、点火开关、电控单元(ECU)、点火控制器、点火线圈、火花塞、高压线和各种传感器等组成，如图 5-1 所示。有的无分电器点火系统还将点火线圈

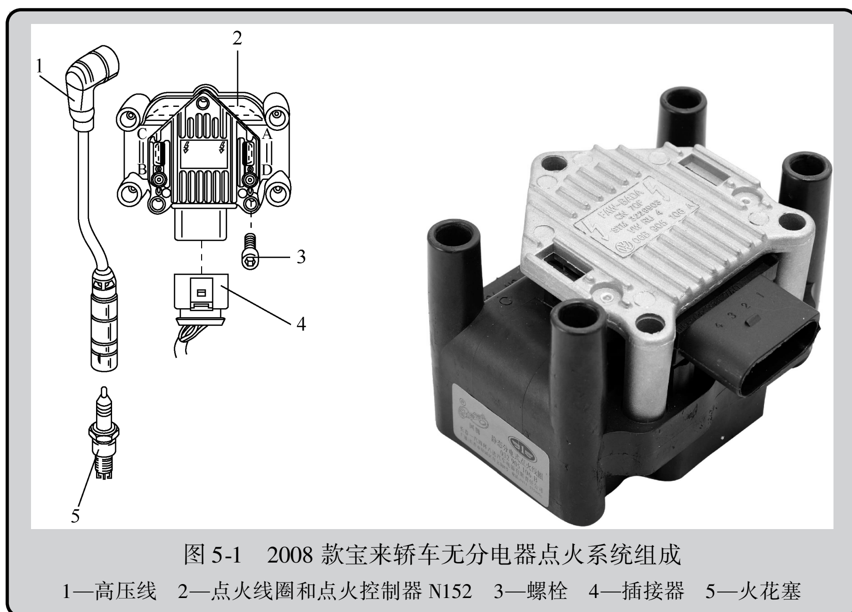


图 5-1　2008 款宝来轿车无分电器点火系统组成

1—高压线　2—点火线圈和点火控制器 N152　3—螺栓　4—插接器　5—火花塞

直接安装在火花塞上方(每个气缸都有自己的点火线圈)，取消了高压线，称为单独点火方式或直接点火方式，如图5-2所示为2008款本田雅阁轿车单独点火方式的点火线圈。

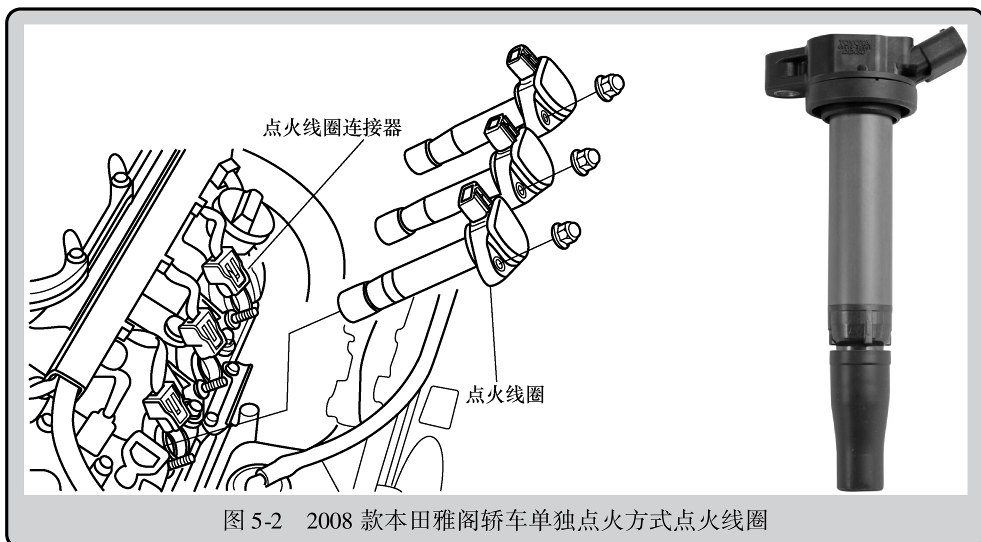


图5-2　2008款本田雅阁轿车单独点火方式点火线圈

2. 无分电器点火系统配电原理

无分电器点火系统的高压配电方式有单独点火方式和同时点火方式之分。

（1）单独点火方式　单独点火方式如图5-3和图5-4所示，**各点火线圈的一次侧分别由点火控制器中的一个大功率晶体管控制，整个点火系统的工作则由ECU控制。发动机工作时，ECU不断检测传感器输入信号，根据存储器(ROM)存储的数据，计算并输出点火信号给点火控制器，点火控制器判断并确认点火气缸后由大功率晶体管控制点火线圈一次侧的通断而点火。**单独点火方式是目前点火系统发展的最高阶段。

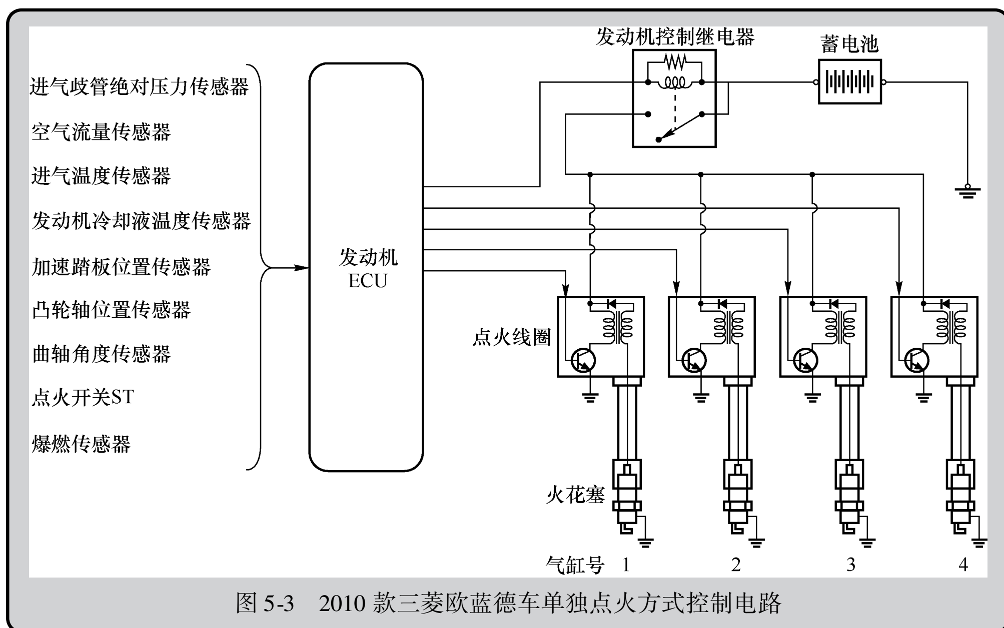


图5-3　2010款三菱欧蓝德车单独点火方式控制电路

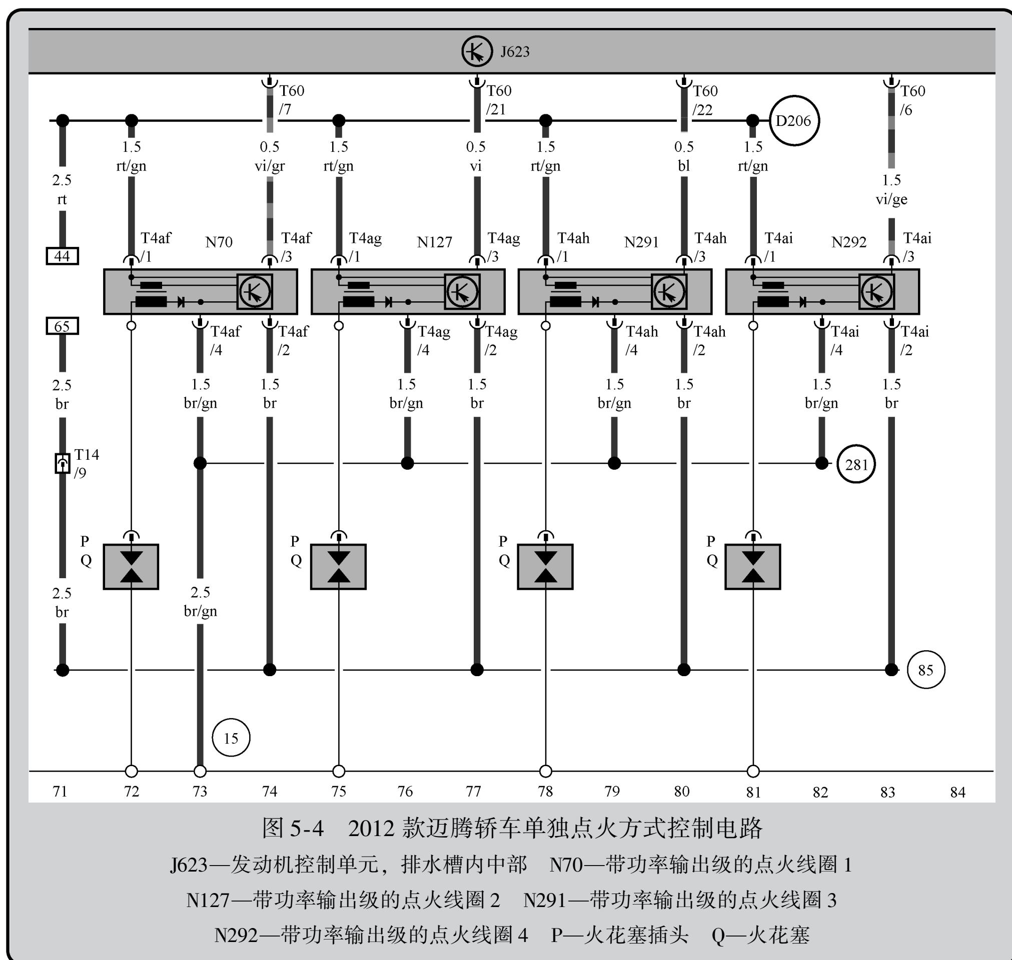


图 5-4　2012 款迈腾轿车单独点火方式控制电路

J623—发动机控制单元，排水槽内中部　N70—带功率输出级的点火线圈 1
N127—带功率输出级的点火线圈 2　N291—带功率输出级的点火线圈 3
N292—带功率输出级的点火线圈 4　P—火花塞插头　Q—火花塞

（2）同时点火方式　**同时点火方式是利用一个点火线圈对活塞接近压缩行程上止点和排气行程上止点的两个气缸同时进行点火的高压配电方法。其中，活塞接近压缩行程上止点的气缸点火后，混合气燃烧做功，该气缸火花塞产生的电火花是有效火花；活塞接近排气行程上止点的气缸，火花塞产生的电火花是无效火花。**同时点火方式中，由于一个点火线圈要为多个火花塞提供高压电，所以点火线圈与火花塞之间仍然需要高压线连接。同时点火方式又分为点火线圈配电方式和二极管配电方式两种。

1）点火线圈配电方式直接用点火线圈分配高压电。几个相互屏蔽的、结构独立的点火线圈组合成一体，称为点火线圈组件。4 缸发动机的点火线圈组件有两个独立的点火线圈，6 缸发动机的点火线圈组件有 3 个独立的点火线圈。每个点火线圈供给配对的两个气缸的火花塞以高压电。**点火控制器中有与点火线圈数量相等的大功率晶体管，各控制一个点火线圈的工作。**点火控制器根据 ECU 提供的点火信号，由气缸判别电路按点火顺序轮流触发大功率晶体管，使其导通或截止，以此控制点火线圈一次侧的通断，二次侧产生电压而点火。多数大众系列乘用车如桑塔纳、捷达、朗逸及上海通用别克等都采用这种点火方式。为防止高速时点火线圈一次侧导通产生的二次侧电压形成误点火，有些点火系统在点火线圈二次侧一端串联一个高压二极管，如图 5-5 所示；或者在点火线圈二次侧与火花塞之间的高压电路中

留有3 ~4mm的间隙。

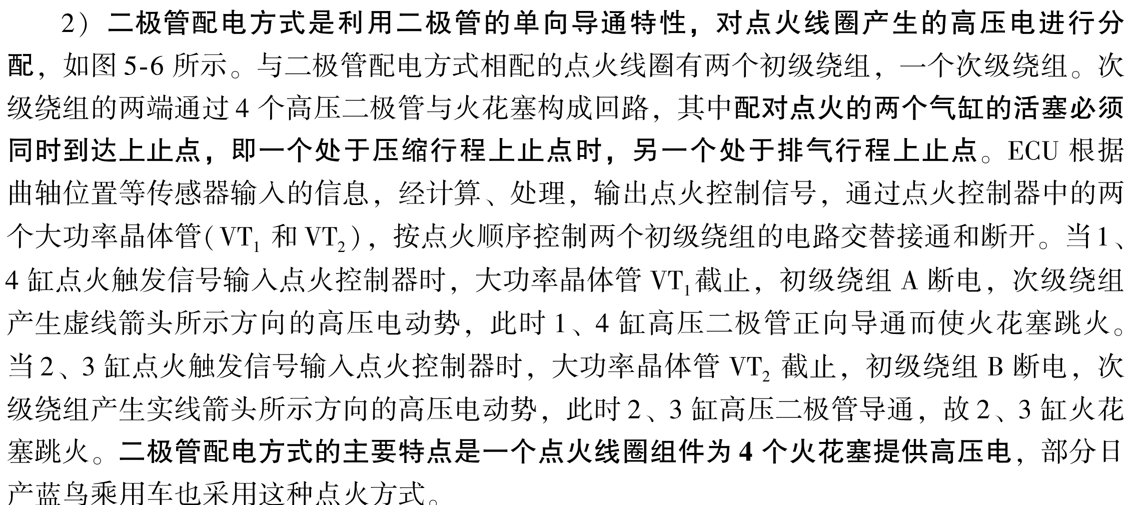
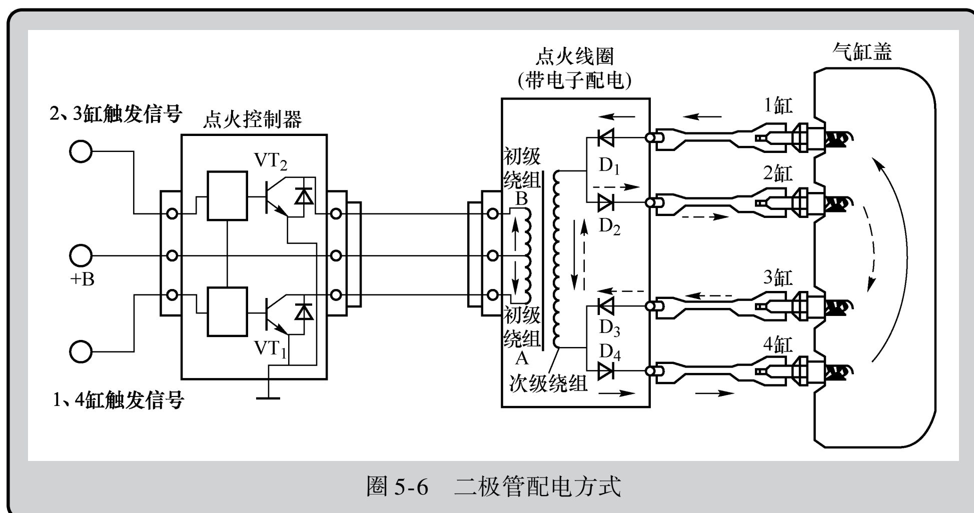


图5-5　2008款上海大众朗逸轿车点火线圈配电方式

J220—发动机控制单元，在发动机舱内排水槽中间　N152—点火线圈，在机油滤清器支架上方　P—火花塞插头，在点火线圈上　Q—火花塞　㉘①—搭铁连接线，在发动机线束内(31)

2）**二极管配电方式是利用二极管的单向导通特性，对点火线圈产生的高压电进行分配**，如图5-6所示。与二极管配电方式相配的点火线圈有两个初级绕组，一个次级绕组。次级绕组的两端通过4个高压二极管与火花塞构成回路，其中**配对点火的两个气缸的活塞必须同时到达上止点，即一个处于压缩行程上止点时，另一个处于排气行程上止点**。ECU根据曲轴位置等传感器输入的信息，经计算、处理，输出点火控制信号，通过点火控制器中的两个大功率晶体管(VT_1和VT_2)，按点火顺序控制两个初级绕组的电路交替接通和断开。当1、4缸点火触发信号输入点火控制器时，大功率晶体管VT_1截止，初级绕组A断电，次级绕组产生虚线箭头所示方向的高压电动势，此时1、4缸高压二极管正向导通而使火花塞跳火。当2、3缸点火触发信号输入点火控制器时，大功率晶体管VT_2截止，初级绕组B断电，次级绕组产生实线箭头所示方向的高压电动势，此时2、3缸高压二极管导通，故2、3缸火花塞跳火。**二极管配电方式的主要特点是一个点火线圈组件为4个火花塞提供高压电**，部分日产蓝鸟乘用车也采用这种点火方式。

单独点火方式可用于任意气缸数的发动机，同时点火方式只能用于偶数气缸的发动机。



圈 5-6　二极管配电方式

★5-77　怎样进行无分电器点火系统的失火诊断?

如果只是为了判断个别气缸工作是否正常(即确定失火气缸),可以人为停止该气缸喷油,根据该气缸停止喷油前后发动机的转速变化进行判断。但是要具体确定个别气缸不工作的故障原因,还需要用高压线插上火花塞对气缸体试火的方法仔细检查。

无分电器点火系统**失火的主要原因除了火花塞或高压线的故障外,还可能是相应的点火信号控制电路连接不良或点火线圈、点火控制器和 ECU 的相应部分发生故障**。下面简要介绍用高压线对气缸体试火检查各种无分电器点火系统失火的方法。

(1) 点火线圈配电方式　由于**采用点火线圈配电方式时,共用一个点火线圈的两个气缸的火花塞同时跳火**,所以,一次试火就可以检查出两个气缸的工作情况。

发动机中、低速稳定运转,然后将某气缸火花塞上的高压线拔下,插上火花塞对缸体进行跳火试验,检查进行跳火试验时发动机转速是否有变化及变化幅度大小(最好用转速表测量),根据跳火情况和转速变化情况进行分析。

跳火试验若有火,说明对应的点火线圈及其控制部分工作正常。若跳火试验时发动机转速没有变化,说明包括断火气缸在内的同时点火的两个气缸不工作,应检查两个气缸的火花塞。若跳火试验过程中转速比拔下高压线的瞬间升高,但没有升高到拔高压线前的转速,说明包括断火气缸在内的同时点火的两个气缸工作正常;若跳火试验过程中转速升高到接近原来的转速,说明与断火气缸火花塞同时点火的另一个气缸工作正常,而断火气缸工作不良或不工作,应检查工作不良气缸的火花塞;若跳火试验过程中转速几乎没有升高,说明与断火气缸同时点火的另一气缸工作不良或不工作,应检查工作不良气缸的火花塞。

跳火试验若无火,可按图 5-7 所示的诊断流程进行诊断(以诊断直列 6 缸发动机 1、6 缸为例)。

(2) 单独点火方式　采用单独点火方式的发动机,如果是**火花塞缺火导致的发动机失火,主要故障原因有火花塞、点火线圈、点火控制器或 ECU 的相应部分发生故障或相应的点火信号控制电路连接不良**。

采用单缸断油法或单缸断火法确定出工作不良的气缸后，可以拆下故障气缸的点火线圈，将点火线圈输出端加导线和火花塞引出，距离气缸体约 10mm，用起动机驱动进行跳火试验，若有火，应检查火花塞；若无火可参照图 5-7 第 3 层以后的诊断流程进行诊断。

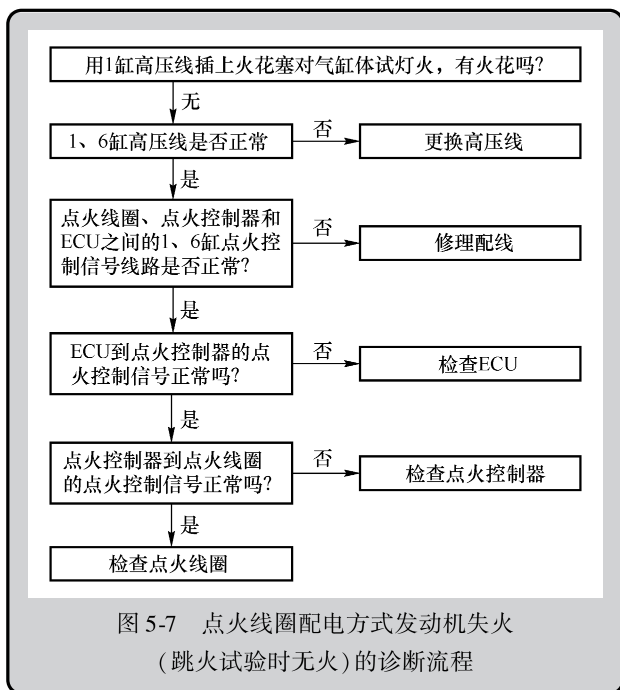


图 5-7 点火线圈配电方式发动机失火（跳火试验时无火）的诊断流程

（3）二极管配电方式　采用二极管配电方式的发动机，失火原因除了火花塞、高压线、点火线圈一次侧、点火控制器或 ECU 的相应部分发生故障或相应的点火信号控制线路连接不良外，还可能是高压二极管短路或断路所致。

如果一个高压二极管断路，就如同一根高压线断路一样，会导致火花塞同时跳火的两个气缸不工作。**但应注意：一个高压二极管击穿短路可能会造成一个气缸不工作或者相当于两个气缸不工作**。如果高压二极管和点火线圈制造成一体，可以直接参照点火线圈配电方式的诊断方法进行诊断；如果高压二极管没有和点火线圈制造成一体，可以首先通过点火线圈给高压二极管加正、反向高压检查二极管是否正常，然后再参照点火线圈配电方式的诊断方法进行诊断。

5-78　如何排除别克陆尊不能进入点火模式故障?

作为顶级 MPV 的典范，别克 GL8 以其豪华气派、动力强劲、宽敞舒适的优势实现批量出口，被东南亚媒体誉为“完美 MPV”；陆尊作为上海通用产第二代的别克 GL8，与前代外观最大的区别是车头，双色锐眼前照灯，使用三维立体设计，型格独具，型面比例和谐，焕发透亮光感。内层镀铬饰圈，工艺精湛，玲珑剔透。

一辆别克陆尊在行驶过程中出现发动机故障灯点亮，并且在行驶中加速无力，油耗高，并且熄火后出现起动困难的现象。

连接故障诊断仪检查发现存在故障码 P1374［曲轴位置（CKP）高与低分辨率频率关系］，清除不了，故障码的设置条件为：①动力系统控制模块接收的 24X 参照脉冲对 3X 参照脉冲之比不等于 8；②动力系统控制模块接收的 24X 参考脉冲与凸轮轴位置动力系统控制模块输入脉冲之比等于 48；③该状况持续 10s 以上。

通过设置故障码的条件可以知道，当前 24X 传感器工作正常，能起动说明 7X 传感器工作正常，查看数据流（图 5-8）发现点火提前角“0”度始终不动，点火模式为“旁通”模式，24X 传感器随发动机的转速变化。而正常的点火系统在发动机起动后应该启用“点火”

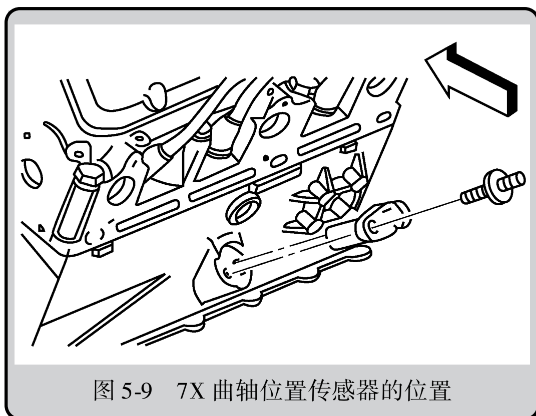
模式，点火提前角由 PCM 控制，24X 传感器的数据到 1600r/min 时就不再上升。

别克陆尊 LW9 发动机点火系统的工作原理为：7X 曲轴位置传感器为双导线电磁式传感器，位于发动机机体后下部(图 5-9)，主要由叶轮和信号线圈组成。如图 5-10 所示，叶轮铸在曲轴上，其上均布有 6 个槽口，外加第 7 个槽口与第 6 个槽口间隔 10°曲轴转角，用于确定点火顺序。曲轴每转一圈，传感器产生 6 个交流信号，送入 ICM，ICM 再将其转变为 3X 信号，送入 PCM，PCM 由此计算发动机转速和曲轴位置。



图 5-8　故障数据

点火控制模块收到 5V 电压信号后将点火切换到点火模式。点火提前角受 PCM 的控制，随发动机转速和负荷等数据而变化，PCM 利用3X 参考信号计算发动机转速超过(1600 ± 150)r/min 时的发动机转速和曲轴位置，动力系统控制模块将 3X 参考脉冲与 24X 曲轴位置脉冲和凸轮轴位置(CMP)脉冲进行比较，初始化喷油器脉冲。如果动力系统控制模块在 3X 电路上接收的脉冲数不正确，将设置故障码 P1374，动力系统控制模块将利用 24X 曲轴位置参考电路进行燃油和点火控制，发动机将继续起动并仅用 24X 曲轴位置和凸轮轴位置传感器信号运行，点火模式将由点火控制模块来控制且固定在 10°不动。如果 7X 传感器出现问题，发动机无高压点火，将无法起动。


图 5-9　7X 曲轴位置传感器的位置

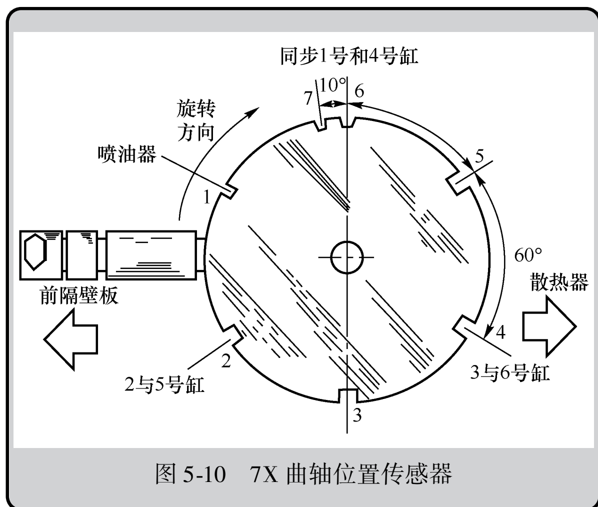


图 5-10　7X 曲轴位置传感器

24X 曲轴位置传感器为 3 导线霍尔式传感器，位于发动机右侧，曲轴端部，如图 5-11 所示。24X 曲轴位置传感器主要由叶轮和信号发生器组成。信号发生器用螺栓连接在正时链盖前端，叶轮安装于曲轴配重后部。叶轮上均布有 24 个叶片和窗口，曲轴每转一圈，传感器产生 24 个脉冲信号。24X 参照信号直接送给 PCM，用于改善发动机的怠速点火控制。在

1200r/min 的发动机转速下，PCM 采用 24X 参照信号计算发动机转速和曲轴位置。PCM 连续监视 24X 参照电路上的脉冲数，并将 24X 参照脉冲数与正在接收的 3X 参照脉冲数和凸轮轴信号脉冲数进行对比。如果 PCM 接收的 24X 参照电路脉冲数不正确，将设置 DTC P0336，且 PCM 将利用 3X 参照信号电路控制喷油和点火。发动机将继续起动并仅采用 3X 参照信号和凸轮位置信号运行。别克陆尊点火系统电路如图 5-12 所示。

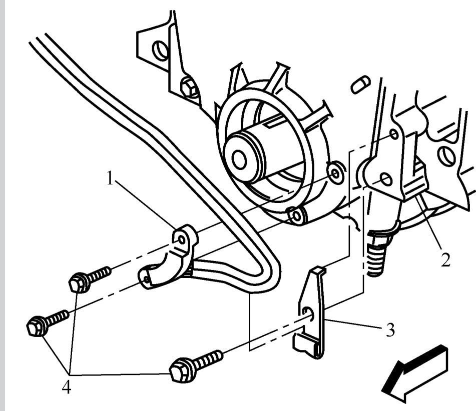


图 5-11　24X 曲轴位置传感器

1—24X 曲轴位置（CKP）传感器　2—发动机正时链条盖　3—装配托架　4—紧固螺栓

根据故障现象和诊断仪看到的数据，把诊断切入点选择在 3X 传感器信号是否正常发送给了 PCM，使用示波器检测到 3X 传感器有方波输出，说明点火控制模

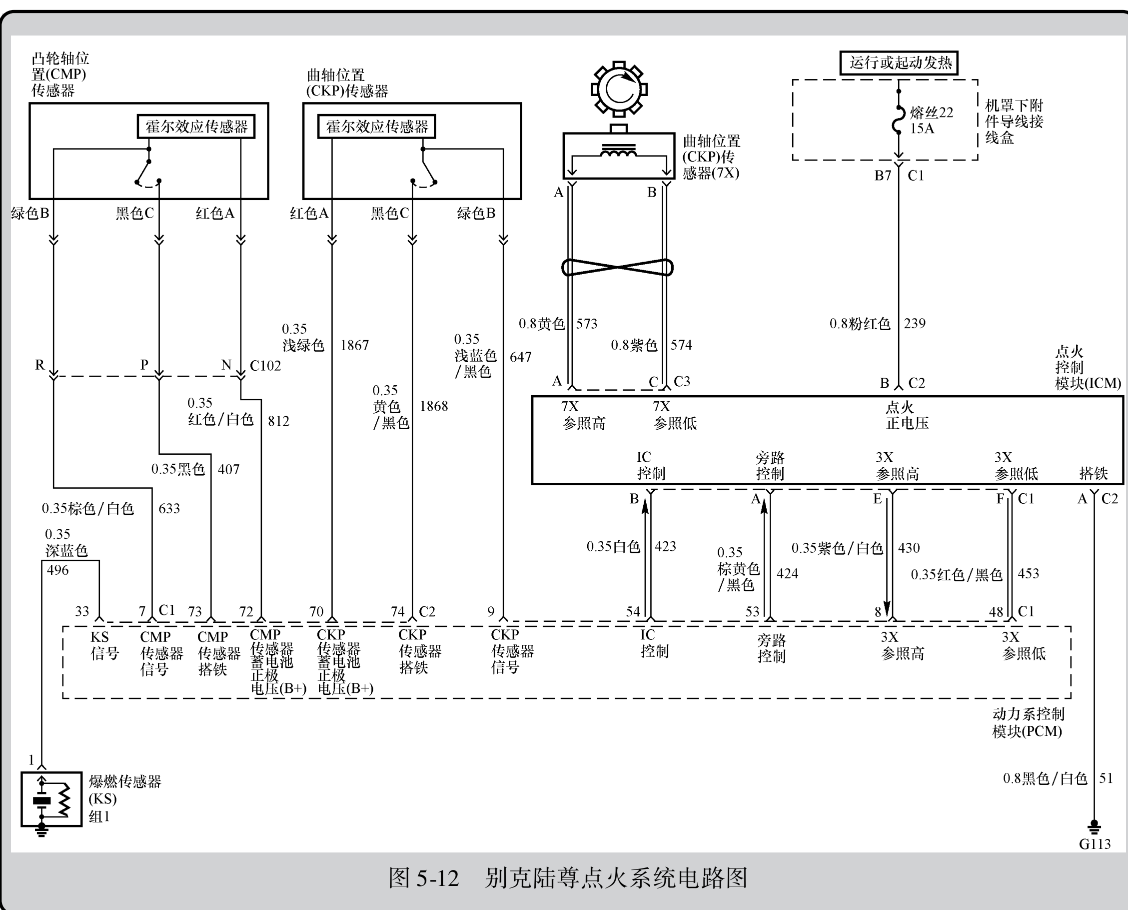


图 5-12　别克陆尊点火系统电路图

块无故障。为排除线路故障，用4根跨接线把点火模块和PCM直接跨接，可是点火模式依然是旁通模式，线路故障也已经排除，故障重点怀疑PCM有故障。由于PCM价格昂贵并且更换编程比较繁琐，在没有证据的情况下不能擅自下结论，在发动机怠速运转情况下使用万用表测量3X线路参考高线路和参考低线路之间电压为1.2V，测量了一辆同型号车型发现两线之间电压为2.4V，为确定故障是点火模块还是PCM，把3X线路跨接线断开测量点火模块端为2.5V，判断故障为PCM内部故障。将故障车的点火模块换到正常车辆上，工作正常(点火模块容易拆装)，确定为发动机控制模块内部故障，如图5-13所示。

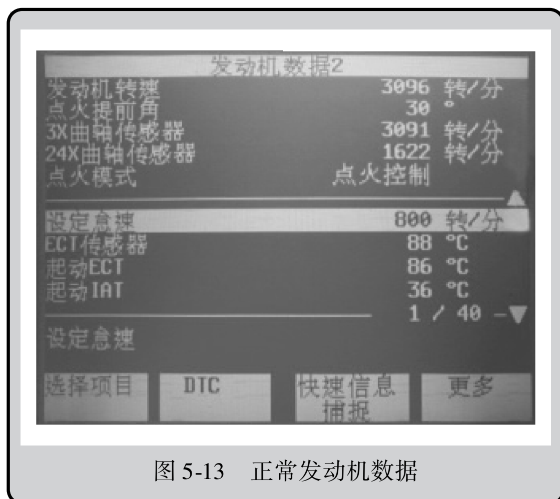


图5-13　正常发动机数据

更换发动机控制模块并编程，故障消失，发动机数据正常，点火着车后从旁通模式切换为点火模式。在汽车故障诊断时，维修人员首先需要清楚故障现象，有症状的按照症状分析诊断，故障码和症状都有的按照故障码和症状综合分析。此车有故障码也有症状，就以故障码为切入点，明白其工作原理后逐步分析诊断，在诊断中以数据分析为主线逐步排除，避免盲目换件，测量也是诊断中不可缺少的环节。

▲5-79　调整火花塞电极间隙的注意事项有哪些?

火花塞是汽油发动机点火系统的放电终端，常用火花塞如图5-14所示，而火花塞的电极间隙又直接影响点火系统的放电品质，因此，火花塞电极间隙的调整，对于提高放电品质，维持发动机燃烧室的正常燃烧具有重要作用。**火花塞电极间隙的大小不是固定不变的，一方面，火花塞电极的工作环境相当恶劣，在工作过程中因电蚀而凹陷，致使电极间隙增大；另一方面，在冬夏两个季节中对火花塞电极间隙也要求不同，冬季偏小，夏季偏大。**因此，应该根据季节和使用情况适时对火花塞电极间隙进行调整，且注意以下几点：


图5-14　火花塞

1）在良好运行状态下，汽车运行2万km时，该车的火花塞应更换新品。

2）汽车运行3000km时，应清除火花塞中的积炭，并调整间隙。

3）测量调整间隙前，应先清除积炭，其方法一是高压喷砂，二是化学剂软化，三是锉削，四是高频振荡，五是高温处理。

4）测量电极间隙，不可用普通塞尺，应当使用火花塞电极测量规来测量(图5-15)。

5）冬季与夏季对电极间隙的要求不同，一般地说，冬季比夏季要小15%左右。

6）调整电极间隙时，应以专用扳手扳动侧电极，不得用其他工具或直接敲击侧电极。

7）调整电极间隙，万万不可扳动火花塞的中央电极。

8）调整火花塞电极间隙，要一次到位，不可来回扳动电极。

9）不可用氧-乙炔火焰直接对电极进行加热除炭处理。

在对火花塞调整过程中，提醒驾驶人及维修人员，一定要按照以上的调整要点去做，否则会影响汽车的正常运行。



图5-15　测量火花塞间隙

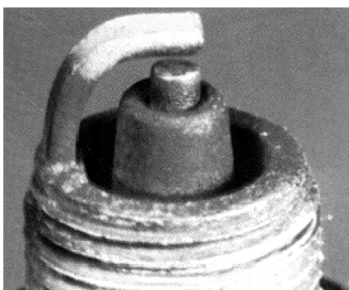
5-80　如何通过火花塞的情况判断发动机的故障?

火花塞的情况能告诉我们很多事情，包括发动机的工作情况，这是非常重要的一点。火花塞可能会有各种颜色，每种颜色都能解释一些事情，例如发动机过热、磨损等。咱们可以看看自己的火花塞，然后和下面的照片比较一下，看看有哪些问题。

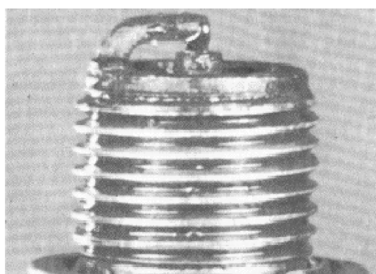
(1）严重积炭的火花塞　如图5-16a所示，这是一个活塞环磨损的发动机。机油流到了燃烧室，俗称烧机油。这种车排气管会冒出滚滚蓝烟。如果不加处理，即使换新火花塞也撑不了多长时间。引起这种毛病的常见原因如下：①活塞、活塞环磨损；②气缸内腔磨损；③气门导向槽磨损。



a)



b)



c)

图5-16　严重积炭的火花塞

a）严重积炭　b）一般积炭　c）积炭太多

如图 5-16b 图片显示的是一个比较干，有黑色绒状积炭的火花塞。这说明混合气太浓，就是说油太多，空气太少了，也可能是怠速过高。车子冒黑烟就是混合气太浓的标志。在换新火花塞之前，要修理好这个毛病。混合气太浓的原因一般有：① 空滤太脏；②喷油器的喷油量需要调整。

如图 5-16c 图片显示的是积炭太多了，把电极都连到一块了。一般是发动机内部积炭太多，结果松了以后掉到火花塞上了。这时需要拆开发动机清理内部积炭了。

（2）太湿的火花塞　如图 5-17 所示为太湿的火花塞，出现这种情况的原因是火花塞的热值太低，或者喷油器喷油太多。

（3）粘砂子的火花塞　如图 5-18 所示，这辆车子空气滤清器密封有问题，结果砂子进到了燃烧室里。在燃烧高温的作用下融化在了火花塞上，形成玻璃一样的东西。



图 5-17　太湿的火花塞

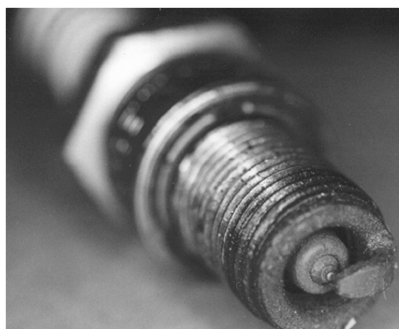


图 5-18　粘砂子的火花塞

（4）熔化的铝火花塞　如图 5-19 所示，火花塞上粘了很多小的熔化的铝球。这是因为点火提前角提前太多，结果点火的高温来不及散发，结果活塞熔化。熔化的铝粘到了火花塞上。

（5）正常的火花塞　如图 5-20 所示，正常的火花塞是浅棕色的。而且前面三圈螺纹是黑色的，说明热值也是匹配的。



图 5-19　熔化的铝火花塞

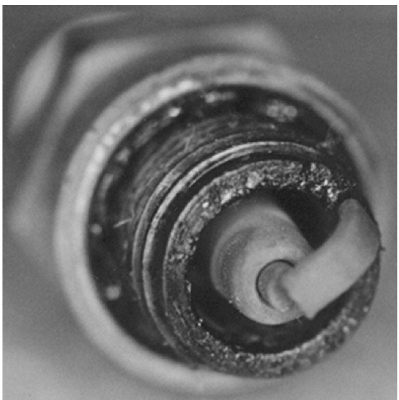
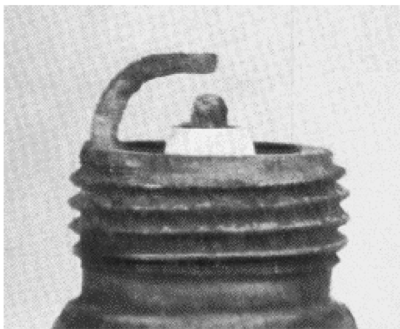
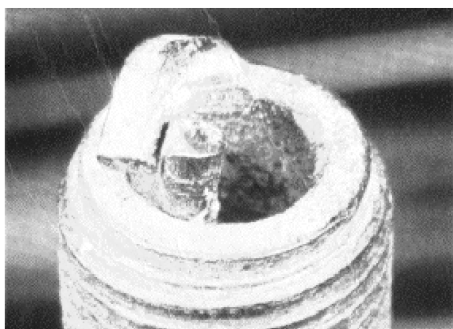


图 5-20　正常的火花塞

（6）火花塞发白　如图 5-21 所示，火花塞发白是因为发动机过热。如果不处理的话会使发动机出现严重故障。常见原因：①火花塞热值太高；②汽油标号低；③点火提前角不对(早、晚都不好)；④冷却系统故障(散热片太脏,或水冷发动机的冷却液量不足等)；⑤ 混合气太稀。

（7）火花塞太长　如图 5-22 所示，火花塞的侧电极歪到一边，好像发动机内部有什么东西撞到了火花塞上。如果出现这种情况，必须马上修理。最常见原因是火花塞太长了。


图 5-21　火花塞发白

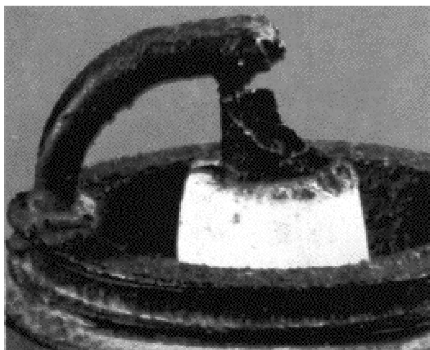

图 5-22　火花塞太长

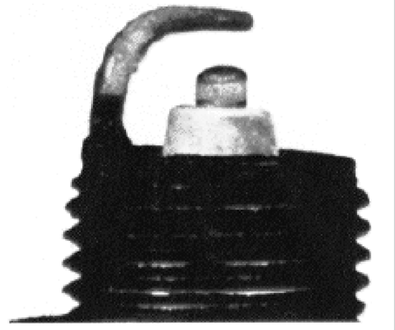
（8）火花塞陶瓷绝缘体振裂　如图 5-23 所示，由于发动机爆燃，把火花塞陶瓷绝缘体振裂了。如果这样的车还跑的话，发动机就快报废了。检查一下，是不是汽油标号太低了。


图 5-23　火花塞陶瓷绝缘体振裂

（9）火花塞电极烧蚀　如图 5-24 所示，火花塞电极烧蚀会引起发动机故障。需要检查：①火花塞热值是否匹配；②点火角是否提前太多；③混合气稀；④冷却系统；⑤润滑系统缺机油。

（10）火花塞使用时间过长　如图 5-25 所示的火花塞用得太旧了。注意看它的中心电极已经变圆了。这样的火花塞点火的时候耗电量很大，而且会使发动机工作不良。


图 5-24　火花塞电极烧蚀


图 5-25　火花塞使用时间过长

△5-81　影响电控发动机点火提前角的因素有哪些？

点火提前角控制也称为点火正时控制。对于现代汽车而言，最佳点火提前角不仅要保证发动机的动力性、经济性达到最佳，而且还必须使尾气中有害物质的排放量最小。

（1）发动机转速　**发动机转速越高，最佳点火提前角越大。**这是因为，当发动机转速升高时，燃烧过程所对应的曲轴转角增大，如果不适当加大点火提前角，燃烧会延续到膨胀过程中，造成发动机输出功率和经济性下降。假设混合气燃烧速率不变，则最佳点火提前角应随转速改变而按线性规律增长。但实际上，随着发动机转速的继续升高，由于气缸压力和温度的提高及混合气扰流的增强，燃烧速度也随之加快，当发动机转速升高到一定程度时，最佳点火提前角虽仍然随发动机转速的升高而增大，但增加的速率有所减缓，由此可见，**最佳点火提前角随发动机转速的变化是非线性的。**

在传统机械式有触点点火系统和普通电子点火系统中，由于普遍采用机械离心式点火提前角调节装置，其实际调节曲线与理想调节曲线相差较大。采用电子控制点火系统，可以使发动机的实际点火提前角随其转速的变化关系接近于理想的最佳点火提前角。

（2）发动机负荷　**发动机负荷增大，最佳点火提前角应减小。**因为当发动机负荷增大时，在发动机转速不变的情况下，由于气缸内温度升高，混合气燃烧速率加快，所以最佳点火提前角应减小。**最佳点火提前角随发动机负荷变化也是非线性的。**传统机械式有触点点火系统和普通电子点火系统中采用的点火提前角真空调节装置，其实际调节曲线与理想调节曲线相差较大。采用电子控制点火系统时，可以使发动机的实际点火提前角随其负荷的变化关系接近于理想的最佳点火提前角。

（3）汽油辛烷值　**汽油的辛烷值越高，抗爆性越好，点火提前角可适当增大；反之，则减小。**在发动机的实际运行中，为了避免爆燃，实际的点火提前角都略小于最佳点火提前角，因此当汽油的辛烷值提高时，应适当地加大点火提前角。为了适应不同辛烷值的要求，有的发动机在电控单元中存储了 2 张点火正时数据表，可根据不同燃油的品质进行选择。

（4）其他因素　最佳点火提前角除了与发动机的转速、负荷和汽油的辛烷值有关外，还与发动机的燃烧室形状、空燃比、大气压力、冷却液温度等因素有关。传统机械式有触点点火系统和普通电子点火系统都无法根据上述影响因素对点火提前角进行调整，在电子控制点火系统中，电控单元能综合考虑上述因素对最佳点火提前角的影响，并据此对点火提前角进行修正，以保证发动机在各种工况和运行条件下都具有最佳的点火提前角。

★5-82　如何检修别克发动机点火控制系统的故障？

别克轿车发动机点火系统电路如图 5-26 所示，当发动机不能起动时，在用仪器检查之前，应首先进行外部检查，如真空软管、点火高压线、点火线圈和火花塞连接处、线束等是否完好，有无破裂等。然后按以下步骤用 Scan 诊断仪进行检查。

1）将与转速表连接的导线拆下。

2）连接上 Scan 诊断仪，读出故障码。

3）测量节气门位置传感器的信号电压。如果信号电压超过 2.5V，则对节气门位置传感器及与之相连的电路进行检查。

4）起动发动机，如果 Scan 诊断仪不显示转速信号，则用火花试验器依次检查 2—4 或 1—5 两根火花塞上高压线有无火花，检查方法是：拉出防护罩，脱开被检查高压线外的所有高压导线，用火花塞试验器检查发动机起动时有无火花产生。如果检查时，只有一根线有高压火花，则应检查不能产生火花的那根高压线和相对应的点火线圈，高压线电阻值应在 30kΩ 以下，点火线圈可采用更换或调用的方法来判断是否已经失效，如果高压线和点火线圈都没问题，则故障出在点火电子组件上。如果检查时，两根线上都没有火花产生，则转入下一步检查。

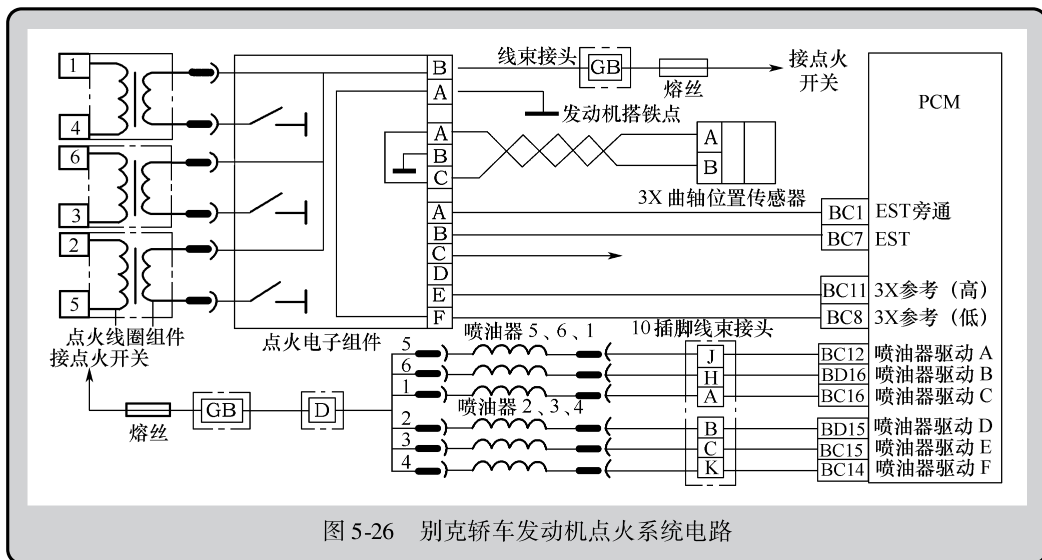


图 5-26　别克轿车发动机点火系统电路

5）断开点火开关，拔下点火电子组件上 6 线插头，再接通点火开关，用测试灯一端连接蓄电池正极，另一端接触点火电子组件中紫/白线（转速信号），接触瞬间如果诊断仪上不显示转速，则故障在转速参考电路、搭铁电路或 PCM 本身失效；如果有转速显示，则故障在点火电子组件或与点火电子组件连接的线束上。

6）安装燃油压力表，接通点火开关，看燃油表压力值是否为 290 ~ 330kPa。如果不在这个范围，则应检查燃料供给系统。

7）如果燃油压力正常，则断开点火开关，拔下喷油器线束插头，然后再接通点火开关，用测试灯的一端接触喷油器线束中的粉红色线插脚，另一端搭铁，如果测试灯不亮，则该线断路；再分别测量喷油器线束插脚 D 与 A、B、C、H、J、K 之间的电阻，应为 10 ~ 20Ω。如果不在标准值内，则检查喷油器及喷油器线束电路；如果电阻值正确，则用电压表 DC 档测量：正极测试杆接蓄电池正极，负极测试杆接前述插脚 A、B、C、H、J、K，观察指示是否正常。若不正常，则检查喷油器电路是否断路、PCM 本身及其连接是否完好。

8）如果电压显示正常，高压线上无火花显示且诊断仪上不显示转速，则断开点火开关，断开点火电子组件两线插头。再接通点火开关，将测试灯接在该两线插脚上。灯亮，则

转入下一步检查；灯不亮，将测试灯两测杆一端搭铁，一端接插脚 B，如果灯仍不亮，则故障在点火电子组件电源电路，如果灯亮，则故障在点火电子组件的搭铁电路。

9）拔下点火电子组件上曲轴传感器上的 3 线插头，用万用表的 2kΩ 档测量曲轴传感器线束 A 和 B 间的电阻值，应为 0.9～1.2kΩ。不符合该值，则故障在曲轴传感器及其连接导线。

10）将电压表置于 AC 档，连接在曲轴传感器两个插脚之间，起动时电压应小于 0.1V，如果电压正常，故障可能出在传感器及其连接导线上；否则故障在点火电子组件。

★5-83　如何检测宝来 1.8T 轿车点火系统?

宝来 1.8T 轿车采用直接点火系统，其点火线圈和输出放大器组装成 1 个部件，每缸 1 个点火线圈，安装在各缸火花塞上方，点火系统的电路如图 5-27 所示。该点火系统取消了

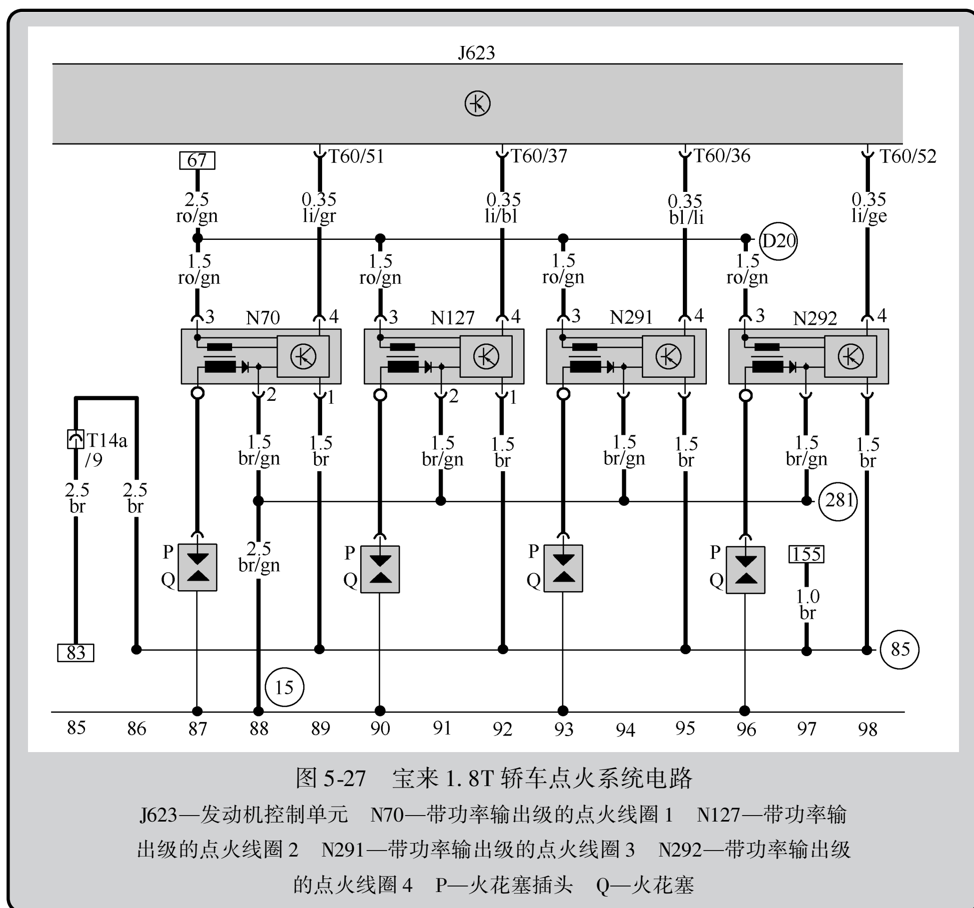


图 5-27　宝来 1.8T 轿车点火系统电路

J623—发动机控制单元　N70—带功率输出级的点火线圈 1　N127—带功率输出级的点火线圈 2　N291—带功率输出级的点火线圈 3　N292—带功率输出级的点火线圈 4　P—火花塞插头　Q—火花塞

分电器和高压线，能量传导损失及漏电损失极小，没有机械磨损，而且各缸的点火线圈和火花塞装配在一起，外部用金属包裹，大大地减小了电磁干扰，使发动机点火更加安全可靠，可以保障发动机电控系统的正常工作。发动机工作时，ECU 按各缸工作顺序向点火控制模块发出点火信号，点火控制模块内相应的晶体管截止，使对应气缸点火线圈一次侧线圈电路断开，在二次侧线圈中感应出高压电，火花塞电极间产生电火花，点燃已被压缩的混合气。

1. 点火线圈及其线路的检测

为避免伤害人员或损坏喷射和点火系统，在进行点火线圈及其线路检测时，应注意以下安全事项。

1）发动机运转或以起动机拖动发动机运转时不要触摸或拔下点火线圈。

2）连接或拔下点火及喷射系统导线和故障检测仪接线前应断开点火开关。

3）如需要用起动机拖动发动机，但不起动发动机时，应拔下点火线圈和喷油器导线侧连接器。

在点火控制模块和点火线圈组装成一体的部件中，点火控制模块位于顶端，下部为线圈部分，二次侧线圈被一次侧线圈缠绕在中间并由硬质绝缘材料封装，最外层则是金属屏蔽层。发动机在工作中产生的加速无力、抖动等故障，多是由于点火线圈的失效而导致某缸燃烧中断所引起的。点火线圈损坏的原因，几乎都是二次侧绕组绝缘层被击穿。绝缘层击穿并非其电路设计问题，主要是绝缘层绝缘性能不良，使匝间、层间与极间出现短路，从而导致点火能量下降或根本没有能量输出。另一方面，涡轮增压器对点火电压有影响，装有涡轮增压器的发动机气缸压力比普通汽油机要高，混合气的密度变大，而此时击穿火花塞电极间隙的电压要比普通发动机高2～6kV（普通发动机为8～12kV），在大负荷和急加速时点火击穿电压将达到20kV左右，从而对点火线圈二次侧线圈的绝缘性能提出了更高的要求。

2. 自诊断故障信息的检测

如果某缸点火线圈工作失效，则该缸将发生燃烧中断现象，发动机控制单元就会检测到并储存该故障。大众车型可用VAG1551/1552故障检测仪进行检测。检测条件为：**发动机电控系统熔丝完好；确认燃油泵继电器工作正常；蓄电池电压不低于12.7V；发动机与变速器的搭铁正常。**

（1）故障码检查步骤

1）断开点火开关，正确连接故障检测仪后接通点火开关；按“1”键选择“快速数据传递”后，再按“01”键并按“Q”键确认，即进入“发动机电控系统”测试环境。

2）键入“02”，选择“查询故障存储器”，并按“Q”键确认进行故障查询，了解存储的故障码数量，存储的故障码将按顺序显示；再键入“05”，清除故障码；然后运行车辆，再次键入“02”进行故障查询，以确认故障码的数量。对于燃烧中断故障，利用VAG1551/1552故障检测仪的08功能（读取测量数据块）中的显示组14、15和16查询具体某一缸的断火次数，根据具体数据来进行故障判断。测量数据块显示组14中的第3显示区显示的数据表示各缸断火次数总和（规定值：0～5）；显示组15中的第1、2、3显示区显示的数据分别表示第1、2、3缸的断火次数（规定值：0）；显示组16中的第1显示区显示的数据表示第4缸断火次数（规定值：0）。检测结束后，按“0”和“6”键选择“结束输出”功能，并按“Q”键确认。

（2）故障码及含义　故障码16684，表示识别出燃烧中断。故障码16685、16686、16687、16688，表示识别出第1、2、3、4缸燃烧中断。

3. 主要功能部件的检修

（1）检查点火线圈

1）**检查线路连接情况**。断开点火开关，脱开点火线圈的4孔导线连接器，将万用表置

于 RX1 档，万用表一端接到导线侧连接器的端子 2 或端子 4，另一端搭铁，导线电阻最大值不应超过 1.5Ω，否则应检查线路连接情况。

2）**检查供电电压。**在发动机电控系统熔丝正常的前提下，脱开点火线圈的 4 孔导线连接器；将万用表一端接到导线侧连接器的端子 1，另一端搭铁，然后接通点火开关，测量电压，应为蓄电池电压。如果电压达到规定值，检查输出放大器的功能；如果电压未达到规定值，检查多点喷射供电继电器 J271。

3）**检查输出放大器的功能。**脱开所有喷油器导线连接器(检测时喷油器不可喷油,否则会损坏三元催化转化器)，脱开点火线圈的 4 孔导线连接器，将 VAG1527B(发光二极管)接到点火线圈导线侧连接器的端子 2 和端子 3 之间，然后短时间起动发动机，检查发动机控制单元的点火信号，发光二极管应闪亮；也可以将万用表(电压档)的红表棒接到导线侧连接器的端子 2 上，黑表棒搭铁，然后短时间起动发动机，万用表指针应在 0~12V 来回摆动。否则，说明点火线圈或线路有故障。

（2）检查多点喷射供电继电器 J271　**多点喷射供电继电器 J271 安装在发动机舱左侧保护壳体内，给点火线圈及发动机控制单元供电。**将 J271 的导线侧连接器拔下，用万用表检测导线侧连接器端子 1 和端子 3 处的供电电压是否约为蓄电池电压；若供电电压正常，检查搭铁情况，即端子 5 与发动机控制单元供电端子 21 间导线的电阻，最大不应超过 1.5Ω。若供电电压和搭铁均正常，则 J271 损坏。

☆5-84　广本飞度智能双火花塞点火系统的结构是怎样的?

智能双火花塞点火(i-DSI)系统是**把传统的每缸由 1 个火花塞点火方式改为 2 个火花塞点火方式，且每个火花塞上都单独配置了 1 个点火线圈，每个点火线圈内都有 1 个独立的点火控制模块(ICM,与点火线圈制成一体,没有高压线)，点火时刻由 ECU(装手动变速器的车)或 PCM(装自动变速器的车)通过 ICM 控制。**这种点火系统优化了混合气的燃烧过程，并且工作可靠，提高了发动机的动力性和经济性。采用双火花塞直接点火的目的如下。

1）双火花塞直接点火能缩短火焰传播行程，提高可燃混合气的燃烧速度，改善动力性指标，降低油耗。

2）双火花塞直接点火有时间差，适应工况需要，可实现分层燃烧，改善净化指标和降低油耗。

3）双火花塞直接点火能改善燃烧条件，消除爆燃危害，延长相关部件的使用寿命。

4）双火花塞直接点火能提高点火系统的可靠性，不易出现“缺缸”故障。

5）双火花塞和双点火线圈的使用，在同样转速下，单位时间内通过点火线圈的电流小，点火线圈不易发热，可以加大点火线圈一次侧的电流和导通时间(闭合角)，能在 9000r/min 的宽转速范围内，提供足够的点火能量。

以广州本田飞度轿车为例说明其工作原理和检修方法。

1. 智能双火花塞点火系统的基本结构

1 个气缸的 2 个火花塞分别设置在气缸的进气侧(下称前火花塞)和排气侧(下称后火花塞)，其安装位置如图 5-28 所示。这样，发动机的 4 个气缸共有 8 个火花塞和 8 个点火线

圈，分前后 2 排布置(图 5-29)。每套点火线圈和火花塞在结构上与当代轿车上采用的独立点火系统相同。

2. 智能双火花塞点火系统的工作原理

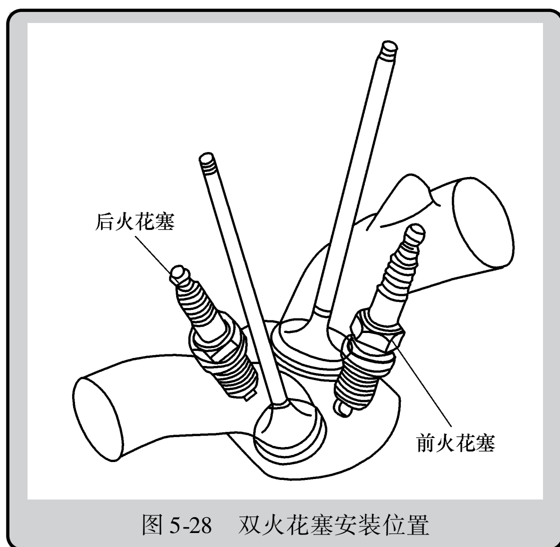


图 5-28　双火花塞安装位置

ECU(或 PCM)主要**根据发动机转速及进气歧管绝对压力来控制前、后火花塞的点火时刻。发动机怠速时，前、后火花塞同时点火，使混合气燃烧速度加快，从而降低油耗；低速、小负荷时，燃烧室内温度较低处的前火花塞先点火，后火花塞接着再点火，以促进混合气燃烧，降低油耗；低速、大负荷时，前火花塞按点火提前角点火，后火花塞按点火延迟角点火，以增大转矩，同时防止混合气爆燃；高速时，前、后火花塞同时点火，通过加快混合气的燃烧速度来提高发动机的输出功率。**

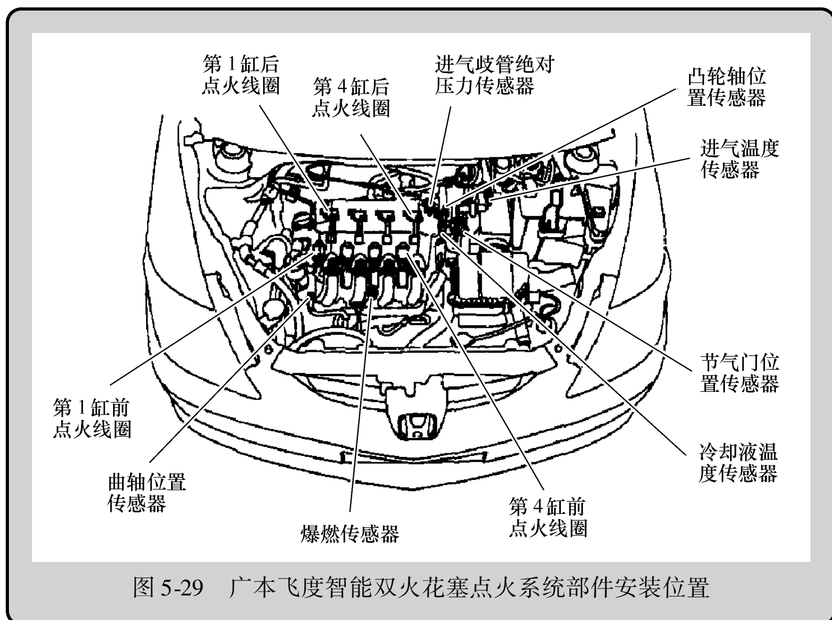


图 5-29　广本飞度智能双火花塞点火系统部件安装位置

每个点火线圈上均有一个 3 端子连接器，其上的 3 根导线分别为控制线(接 ECU 或 PCM)、搭铁线和电源线(点火开关 ON 位置时的电源线)，如图 5-30 所示。点火控制模块中有大功率晶体管，点火线圈一次侧线圈串联在大功率晶体管的集电极电路中，大功率晶体管的发射极搭铁，这样 ECU(或 PCM)通过控制大功率晶体管基极电流来控制其导通和截止，即控制点火线圈一次侧线圈电路的通断，从而控制发动机的点火。

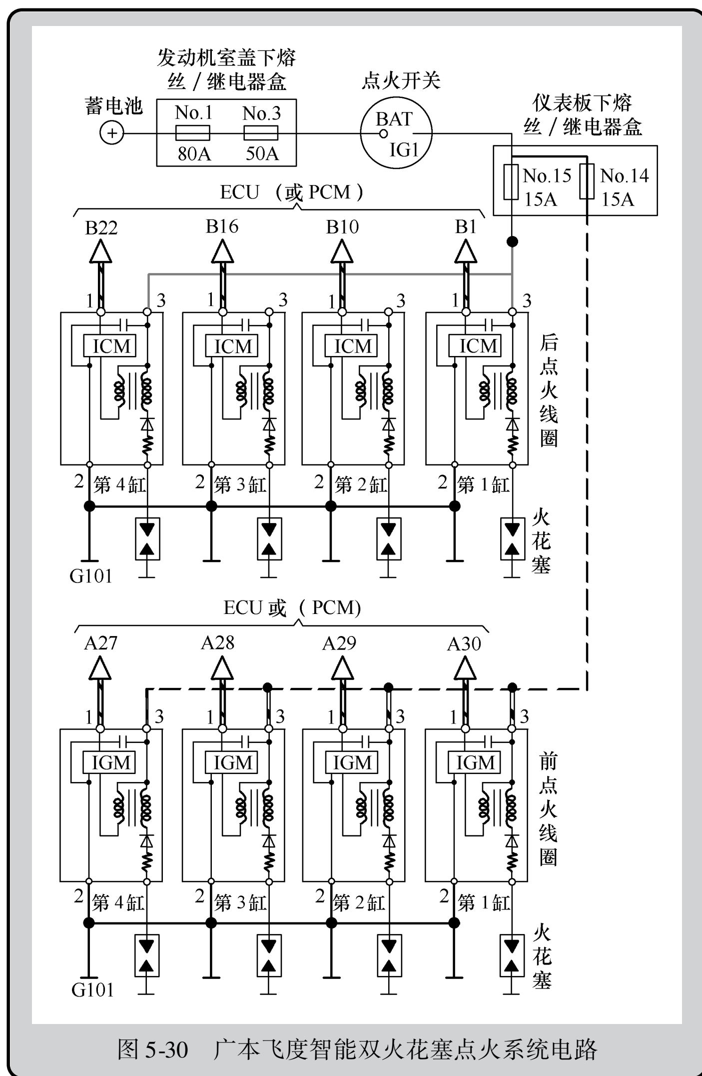


图 5-30　广本飞度智能双火花塞点火系统电路

☆5-85　怎样对广本飞度智能双火花塞点火系统进行检修?

智能双火花塞点火系统的检修步骤、方法与当代轿车上采用的独立点火系统相似，即首先查询故障码，然后检查点火正时和根据故障码、故障现象分别对各零部件、线路进行检修。

1. 故障诊断步骤(根据故障码)

1）查询故障码。用故障检测仪可查询到如下故障码：P1351——第 1 缸和 4 缸前点火线圈电路故障；P1352——第 1 缸和 4 缸后点火线圈电路故障；P1353——第 2 缸和 3 缸前点火线圈电路故障；P1354——第 2 缸和 3 缸后点火线圈电路故障。

2）用无故障码的气缸点火线圈与有故障码的气缸点火线圈进行互换试验。例如：当检测到的故障码为 P1351 时，用第 2 缸和 3 缸前点火线圈来更换第 1 缸和 4 缸前点火线圈。注

意：前点火线圈不能与后点火线圈互换，因为它们的形状不同。

3）起动发动机，再次检测故障码。若出现了新的故障码且表示另两缸点火线圈电路有故障，则表明故障是由点火线圈引起的，应同时更换这2个点火线圈（如上例中第1缸和4缸的2个前点火线圈），因为这2个点火线圈的故障码是同一个。当然，这2个点火线圈中可能只有1个是有故障的，如要确定哪一个有故障，可再用单个点火线圈分别进行调换试验。

若更换点火线圈后出现的故障码与原来的相同，则表明故障不是由点火线圈引起的，而可能是由点火线圈导线侧连接器的搭铁线断路或从ECU（或PCM）到点火线圈之间的信号线短路、断路故障引起的，这时应进行下一步检查。

4）断开故障码表示的两缸点火线圈的3端子连接器，分别检查两点火线圈导线侧连接器端子2的搭铁线是否有断路故障。若无故障，应进行下一步检查。

5）脱开ECU（或PCM）连接器。分别检查两点火线圈导线侧连接器端子1与ECU（或PCM）导线侧连接器相应端子之间的信号线是否有短路或断路故障，例如：用万用表检查第1缸前点火线圈导线侧连接器端子1与ECU（或PCM）导线侧连接器端子A30之间的信号线是否有搭铁或断路故障。若无故障，应进行下一步检查。

6）检查ECU（或PCM），必要时可进行软件升级或用1个确认良好的ECU（或PCM）进行换件试验。

另外，与智能双火花塞点火系统相关的故障码还有：P0325——爆燃传感器电路故障；P0335——曲轴位置传感器无信号；P0336——曲轴位置传感器信号间歇性中断；P1361——凸轮轴位置传感器信号间歇性中断；P1362——凸轮轴位置传感器无信号。

2. 点火正时的检测

起动发动机，先让发动机在无负荷下以3000r/min的转速运转，直到散热器风扇开始工作，然后让发动机怠速运转。接着，将故障检测仪连接到16端子诊断连接器上，将正时灯连接到第1缸前点火线圈线束上，再将正时灯对准传动链壳上的指针（图5-31），检查点火正时是否正常。此时故障检测仪应显示“上止点前8°±2°”，正时灯闪亮时应指向红色标记。该车点火正时是不可调的，若不符合要求，可升级ECU（或PCM）软件或用换件法检查ECU（或PCM）是否有故障。

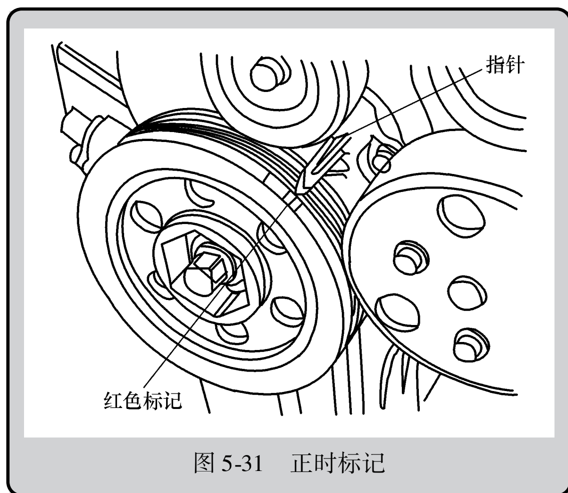


图5-31　正时标记

3. 无故障码时点火线圈的故障诊断

1）从气缸盖上拆下火花塞进行检查，确认火花塞正常后装复火花塞。

2）拆下PGM-FI主继电器2（图5-32）。该继电器为燃油泵继电器，外壳为蓝色。拆下PGM-FI主继电器2的目的是为了断油，以便在以后的检测中停止供油，保护三元催化转化器。

3）起动发动机，让其运转，直至发动机熄火。

4）将火花塞安装到点火线圈上，然后连接点火线圈连接器，并将火花塞搭铁。

5）确认变速杆在 N 或 P（CVT 车）位，将点火开关置于起动位置，观察火花塞是否跳火。如果跳火，则点火线圈正常；如果不跳火，则点火线圈或其线路有故障，应进行下一步检查。

6）换用一个确认良好的点火线圈，重新检查火花塞是否跳火。如果跳火，原来的点火线圈损坏；如果不跳火则表明故障是由线路引起的，应进行下一步检查。

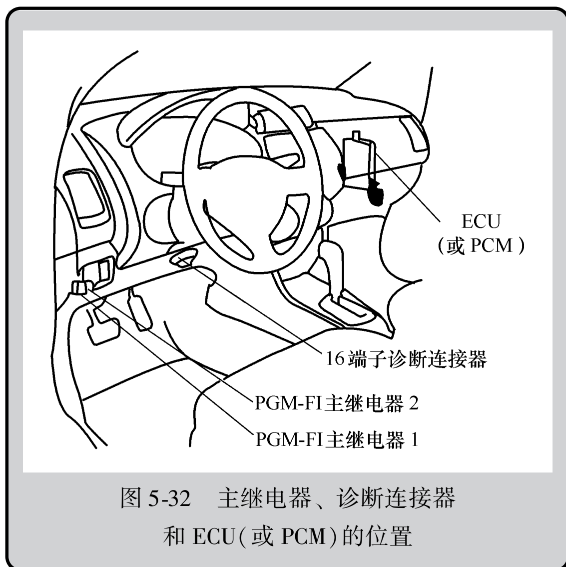


图 5-32　主继电器、诊断连接器和 ECU（或 PCM）的位置

7）检查仪表板下熔丝/继电器盒内的熔丝（对于前点火线圈为 14 号熔丝，对于后点火线圈为 15 号熔丝）是否熔断。若未熔断，则仪表板下熔丝/继电器盒和点火线圈之间的导线断路。

4. 火花塞的检修

1）检查火花塞电极是否有积炭、油污和烧蚀等现象。如果火花塞电极仅有轻微油污或积炭，则在清洁电极后火花塞可以继续使用；否则应更换火花塞。

火花塞有严重积炭和油污的原因主要有：火花塞型号选择不当，导致其裙部温度偏低；机油窜入了燃烧室；发动机长时间起动、怠速或低速运转；火花塞间隙不正确；点火时间过迟；点火线圈或导线损坏。火花塞电极烧蚀的原因主要有；火花塞型号选择不当，导致其裙部温度偏高；火花塞使用时间过长；点火时间过早。

2）检查火花塞电极间隙。火花塞电极的标准间隙为 1.0～1.1mm，如不符合，则必须予以调整。

3）检查火花塞电极绝缘电阻。用兆欧表测量火花塞接线柱与搭铁间的电阻，应大于 10MΩ，否则应更换火花塞。

4）更换火花塞。汽车每行驶 4 万 km 应更换火花塞（必须用规定型号的火花塞），否则，火花塞的中心电极会被烧圆。火花塞安装时的拧紧力矩应为 18N·m。

★5-86　丰田 2NZ-FE 型发动机点火系统的组成和结构是怎样的?

丰田 2NZ-FE 型发动机点火系统（ESA）采用计算机控制，可精确控制点火提前角、点火间隔角和点火闭合角，提高点火能量。同时，由于电气元件少，减少了故障点，点火系统的工作可靠性大大提高。

1. 点火系统组成

丰田 2NZ-FE 型电控发动机采用独立点火系统，其组成包括：相关传感器、电脑、点火线圈及点火器、各缸火花塞等，如图 5-33 所示。

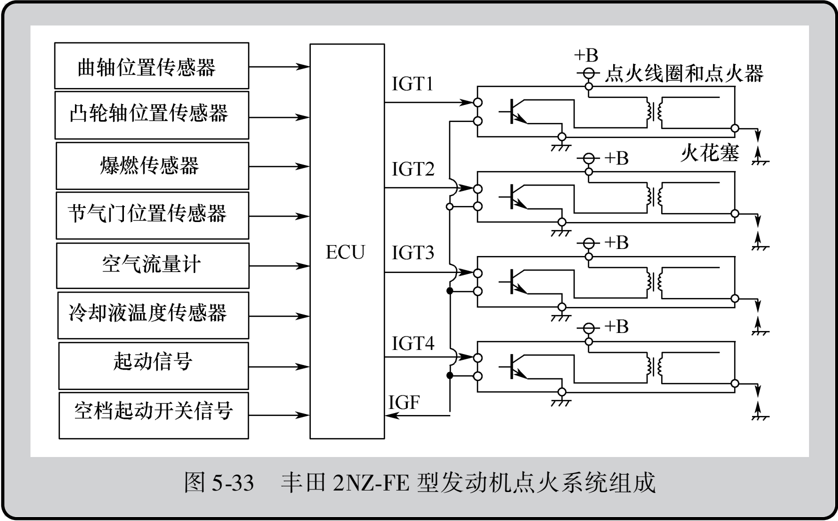


图 5-33　丰田 2NZ-FE 型发动机点火系统组成

2. 点火系统电路

丰田 2NZ-FE 型电控发动机点火系统电路如图 5-34 所示，有关电脑引脚位置如图 5-35 所示，点火正时和点火反馈信号波形如图 5-36 所示，电脑引脚功能见表 5-1。

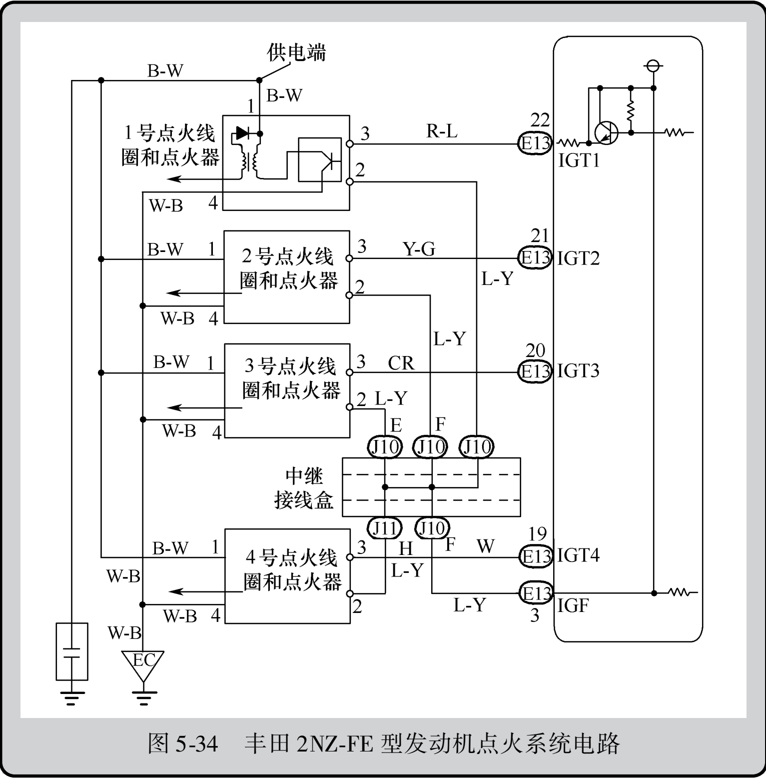


图 5-34　丰田 2NZ-FE 型发动机点火系统电路

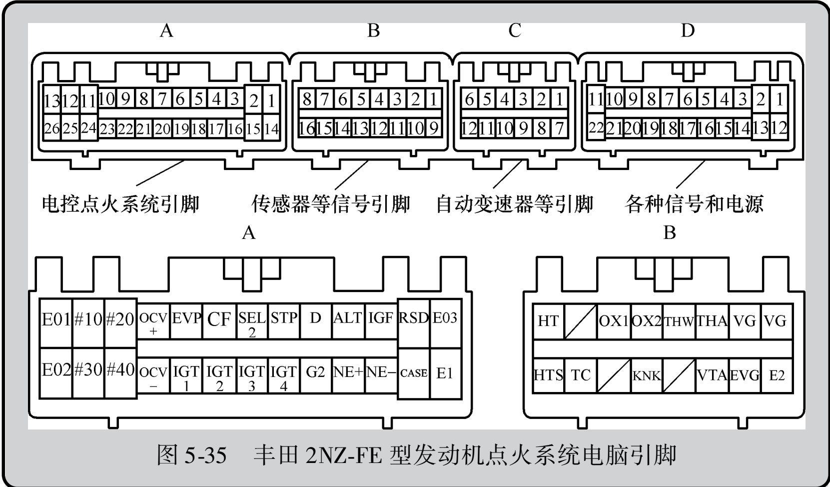


图 5-35 丰田 2NZ-FE 型发动机点火系统电脑引脚

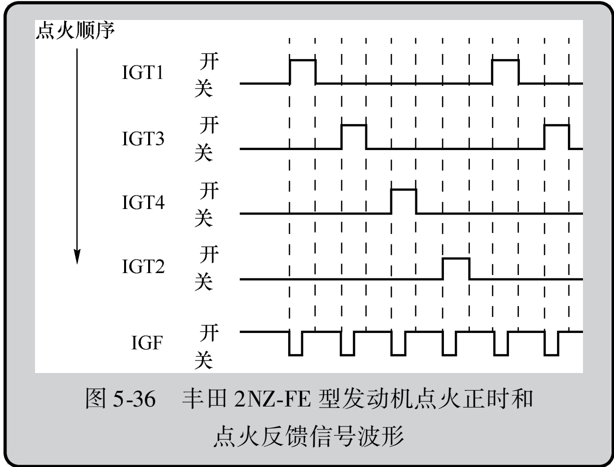


图 5-36 丰田 2NZ-FE 型发动机点火正时和点火反馈信号波形

表 5-1 点火系统电脑引脚功能与检测电压

引脚	功能	检测状态	信号波形或检测电压/V
3(IGF)	点火反馈信号	点火开关“ON”	4.5～5.0
3(IGF)	点火反馈信号	怠速	矩形波
22(IGT1)	1 号点火线圈点火正时信号	怠速	矩形波
21(IGT2)	2 号点火线圈点火正时信号	怠速	矩形波
20(IGT3)	3 号点火线圈点火正时信号	怠速	矩形波
19(IGT4)	4 号点火线圈点火正时信号	怠速	矩形波

注意：如果发动机在工作过程中某一缸不点火，而喷油器一直在喷油，则未燃烧的汽油会加大三元催化转化器和氧传感器的负担；汽油对气缸壁形成冲刷，造成活塞、活塞环与气缸壁的润滑性能变差，会降低气缸的使用寿命；同时会造成汽油浪费。

因此，在丰田发动机集中控制系统(TCCS)中，设置了点火反馈控制功能，即利用点火器的初级电路切断时产生的点火反馈信号来检测点火系统的工作情况。这样，发动机电脑始

终监测点火系统的工作情况，一旦发动机电脑连续6次收不到点火反馈信号IGF，则立即停止所有喷油器的喷油动作，发动机立即熄火。

☆5-87　丰田2NZ-FE型发动机点火系统如何进行检测?

1. 曲轴位置传感器的检测

曲轴位置传感器为磁感应式，安装位置如图5-37所示。曲轴带动转子旋转，传感器线圈的磁通量发生变化，产生电压信号。

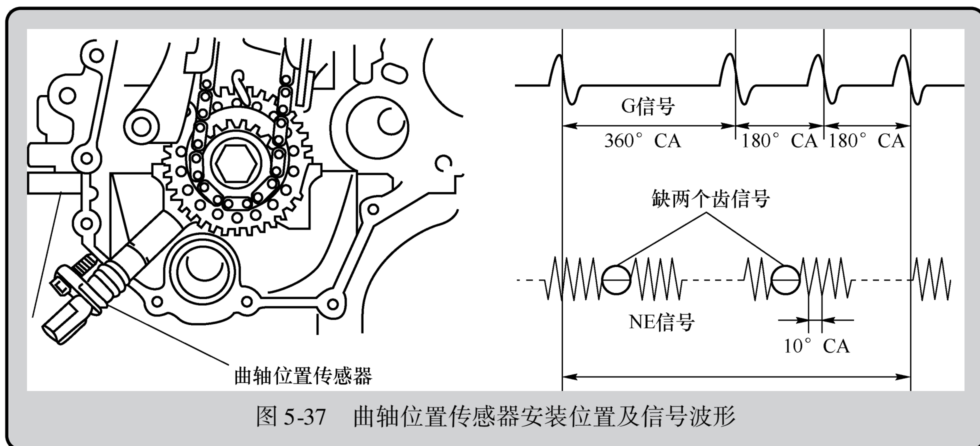


图5-37　曲轴位置传感器安装位置及信号波形

1）测量电阻。用万用表电阻档检测传感器线圈的电阻值，冷态电阻值为985～1600Ω；热态电阻值为1265～1890Ω。

2）测量波形。在发动机运转状态下，用示波器检测曲轴位置传感器，其信号波形如图5-37所示。

2. 凸轮轴位置传感器的检测

凸轮轴位置传感器与曲轴位置传感器的结构类型相同，其安装位置如图5-38所示。

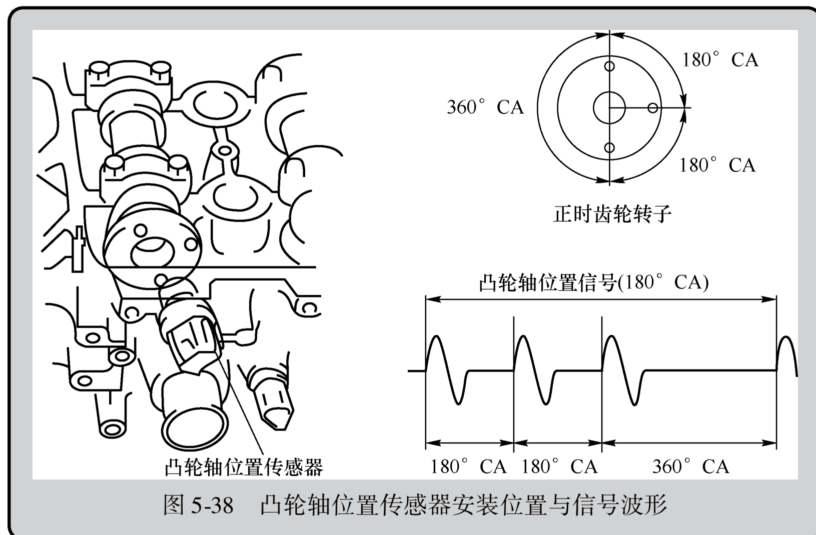


图5-38　凸轮轴位置传感器安装位置与信号波形

1）测量电阻。用万用表电阻档检测传感器线圈的电阻值，冷态电阻值为 1630 ~ 2740Ω；热态电阻值为 2065 ~ 3225Ω。

2）测量波形。在发动机运转状态下，用示波器检测凸轮轴位置传感器，其信号波形如图 5-38 所示。

3. 爆燃传感器的检测

爆燃传感器安装在 2 缸与 3 缸之间的气缸体上。当爆燃产生的振动频率高于 6. 6kHz 时，爆燃传感器的信号电压达到峰值，其信号波形如图 5-39 所示。用万用表电阻档检测爆燃传感器线圈对外壳的电阻值，应为∞，否则为传感器损坏。

4. 点火器和点火线圈的检测

丰田 2NZ-FE 型发动机采用的是独立点火系统，即在每个气缸的顶部都单独装配一个点火线圈和点火器，这样可以大大减小由缸线高压造成的电磁干扰，并且减少了缸线的故障点，最主要的是这样的结构设计可以加大初级电流的电流值，从而大大提高点火能量。点火器和点火线圈的结构如图 5-40 所示。

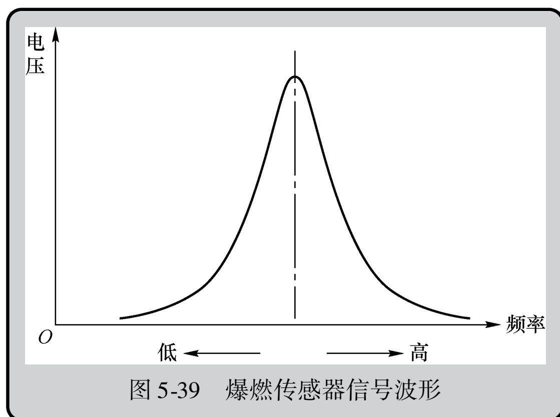


图 5-39　爆燃传感器信号波形

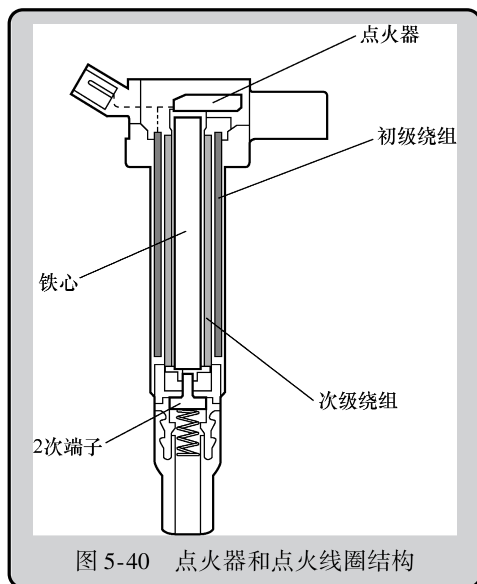


图 5-40　点火器和点火线圈结构

★5-88　如何进行 1. 6L 卡罗拉轿车直接点火系统的故障诊断与排除？

一汽 1. 6L 卡罗拉轿车配置的 3ZZ-FE 发动机，采用直接点火系统（DIS）。DIS 能提高点火正时精度，减少高压损失。由于取消了分电器，增强了点火系统的可靠性。DIS 是一个独立的点火系统，配有 4 个（每个气缸均有 1 个）带点火器的点火线圈，点火线圈包围着点火器。火花塞帽与点火线圈为一体，是与火花塞相连的部件。系统组成如图 5-41 所示。

1. 点火系统检修基本数据

一汽 1. 6L 卡罗拉轿车直接点火系统（DIS）检修基本参数见表 5-2。

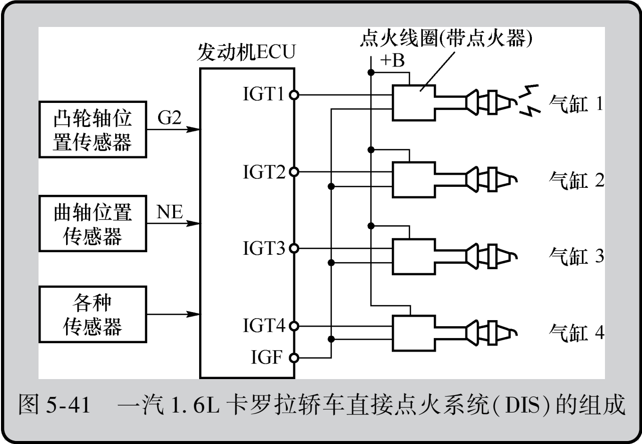


图 5-41　一汽 1. 6L 卡罗拉轿车直接点火系统(DIS)的组成

表 5-2　一汽 1. 6L 卡罗拉轿车直接点火系统(DIS)检修基本参数

参数		基本数据
火花塞电极间隙		1. 1mm
曲轴位置传感器电阻	冷态	1630 ~ 2740Ω
	热态	2065 ~ 3225Ω
凸轮轴位置传感器电阻	冷态	835 ~ 1400Ω
	热态	1060 ~ 1645Ω

2. 故障诊断与排除

（1）故障码 P0335　故障码 P0335 的产生表明曲轴位置传感器电路有故障，原因可能是曲轴位置传感器电路断路或短路、曲轴位置传感器或发动机 ECU 有故障。

1）检查曲轴位置传感器端子间的电阻，应符合表 5-2 的要求。若不正常，则更换曲轴位置传感器。

2）如图 5-42 所示，检查电路中发动机 ECU 与曲轴位置传感器的配线和连接器。脱开曲轴位置传感器连接器 C3，脱开发动机 ECU 连接器 E8，检测曲轴位置传感器导线侧连接器 C3 端子 1 与发动机 ECU 导线侧连接器 E8 端子 16(NE +)间的导通性，以及曲轴位置传感器导线侧连接器 C3 端子 2 与发动机 ECU 导线侧连接器 E8 端子 24(NE –)间的导通性，应导通。检测发动机 ECU 导线侧连接器 E8 端子 16 与端子 17 间、端子 24 与端子 17 间的电阻(是否短路)，应不小于 1MΩ。若检测结果不正常，则修理或更换配线和连接器。

3）检查曲轴位置传感器的安装情况，若不正常，则紧固曲轴位置传感器。检查曲轴位置传感器信号齿盘，若不正常，则修理或更换曲轴位置传感器信号齿盘。

（2）故障码 P0340　故障码 P0340 的产生表明凸轮轴位置传感器电路有故障，原因可能是凸轮轴位置传感器电路断路或短路、凸轮轴位置传感器或发动机 ECU 有故障。

1）检查凸轮轴位置传感器端子间的电阻，应符合表 5-2 的要求。若不正常，则更换凸轮轴位置传感器。

2）如图 5-42 所示，检查电路中发动机 ECU 与凸轮轴位置传感器的配线和连接器。脱开凸轮轴位置传感器连接器 C1，脱开发动机 ECU 连接器 E8，检测凸轮轴位置传感器导线侧

连接器 C1 端子 1(G+)与发动机 ECU 导线侧连接器 E8 端子 15(G2)间的导通性，以及凸轮轴位置传感器导线侧连接器 C1 端子 2 与发动机 ECU 导线侧连接器 E8 端子 24(NE-)间的导通性，应导通。检测发动机 ECU 导线侧连接器 E8 端子 17(E1)与凸轮轴位置传感器导线侧连接器 C1 端子 1 间的电阻(是否短路)，应不小于 1MΩ。检测发动机 ECU 导线侧连接器 E8 端子 24 与端子 17 间的电阻(是否短路)，应不小于 1MΩ。

3）检查凸轮轴位置传感器的安装情况。若不正常，则紧固凸轮轴位置传感器。

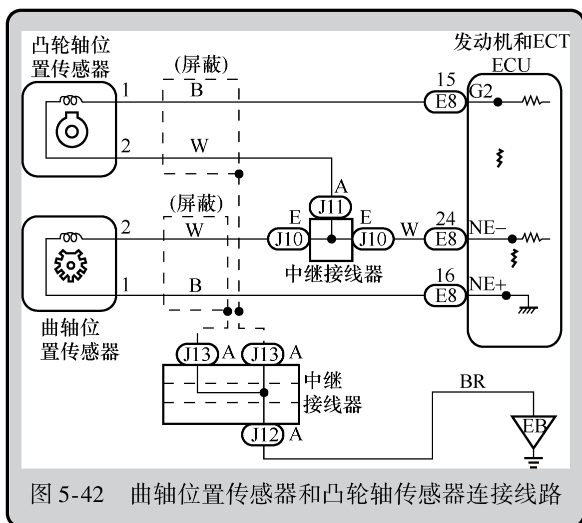


图 5-42　曲轴位置传感器和凸轮轴传感器连接线路

（3）故障码 P1300、P1305、P1310、P1315　故障码 P1300、P1305、P1310、P1315 的产生，说明 1、2、3、4 号点火器电路发生故障，原因可能是 1、2、3、4 号点火线圈有故障，1、2、3、4 号点火线圈与发动机 ECU 间的 IGF 电路短路或断路，1、2、3、4 号点火线圈与发动机 ECU 间的 IGT1、IGT2、IGT3、IGT4 电路短路或断路，或发动机 ECU 有故障。检查步骤如下。

1）检查火花塞及其电火花。若不正常，则进行步骤 4）的检查。

2）如图 5-43 所示，检查发动机 ECU 与点火线圈间的配线和连接器。脱开 4 个点火线圈连接器，脱开发动机 ECU 连接器 E9，检查发动机 ECU 导线侧连接器 E9 端子 25(IGF)与各点火线圈导线侧连接器端子 2(IGF)间的电阻，应不大于 1Ω。检测发动机 ECU 导线侧连接器 E9 端子 25 与发动机 ECU 导线侧连接器 E8 端子 17(E1)间的电阻，应不小于 1MΩ。若检查结果不正常，则修理或更换配线和连接器。

3）检查发动机 ECU。脱开各点火线圈连接器，将点火开关转至 ON 位，检测发动机 ECU 连接器 E9 端子 25 与发动机 ECU 连接器 E8 端子 17 间的电压，应为 4.5～5.5V。若不正常，则检查并更换发动机 ECU。

4）检查发动机 ECU 与点火线圈间的配线和连接器。脱开各点火线圈连接器，脱开发动机 ECU 连接器 E9，检测发动机 ECU 导线侧连接器 E9 端子 10(IGT1)与 1 号点火线圈导线侧连接器端子 3 间、发动机导线侧 ECU 连接器 E9 端子 11(IGT2)与 2 号点火线圈导线侧连接器端子 3 间、发动机 ECU 导线侧连接器 E9 端子 12(IGT3)与 3 号点火线圈导线侧连接器端子 3 间、发动机导线侧 ECU 连接器 E9 端子 13(IGT4)与 4 号点火线圈导线侧连接器端子 3 间的电阻，均应不大于 1Ω。检测发动机 ECU 导线侧连接器 E9 端子 10、11、12、13 与 E8 端子 17 间电阻，应不小于 1MΩ。若检查结果不正常，则修理或更换配线和连接器。

5）检查发动机 ECU。脱开各点火线圈连接器，检测发动机 ECU 连接器 E9 端子 10、11、12、23 与 E8 端子 17 间的电压，均应为 0.1～2.5V。若不正常，则检查并更换发动机 ECU。

6）检查点火线圈连接器配线和连接器。脱开各点火线圈连接器，将点火开关转至 ON

位，检测各点火线圈导线侧连接器端子1（+B）与端子4（GND）间的电压，应为9～14V。若不正常，则修理或更换配线和连接器。

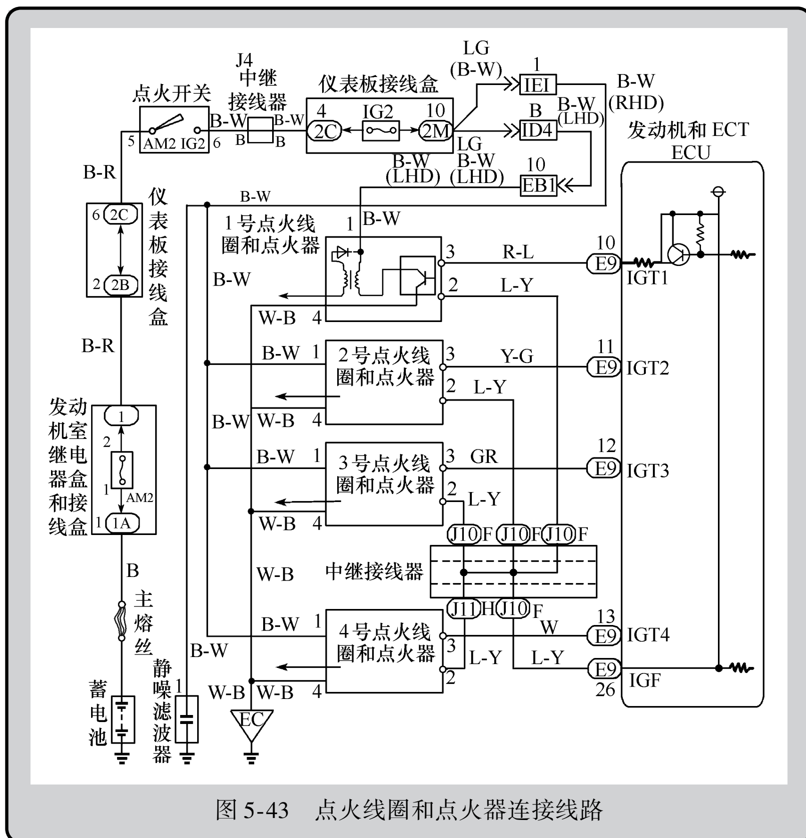
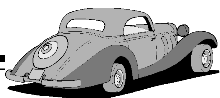


图5-43　点火线圈和点火器连接线路

第六章





照明与信号系统维修技能

△6-89　如何排除 2010 款桑塔纳按喇叭仪表照明灯亮的故障?

一辆 2010 款桑塔纳志俊(vista),行驶里程 15000km。驾驶人发现每当按喇叭时,仪表中的照明灯就会亮一下,频繁地按喇叭,仪表照明灯就出现亮暗交替闪动现象。

接车后检查发现不仅仪表照明灯如此,所有受仪表照明开关控制的照明灯,如点烟器、后窗除霜等开关上的照明灯也都如此。

20 世纪 80 年代,桑塔纳 LX、GX 等车型曾出现过按喇叭后冷却液温度警告灯连闪 5 次的情况,后来更换新喇叭问题就解决了。桑塔纳 3000 车型也有按喇叭而使刮水器工作的怪现象,结果在它们俩共同的搭铁点上松动的螺栓旋紧后故障被排除。如今桑塔纳志俊(vista)车型上出现的这个故障是否跟以上两个原因相关呢?

喇叭系统有两个搭铁点,喇叭继电器控制线圈回路为自身搭铁,喇叭回路搭铁点在右前照灯后面右侧纵梁上,检查测试都是好的,喇叭能正常发声,说明这些搭铁点接触无可非议。因此,喇叭和仪表照明灯之间已不可能因其搭铁不良而构成另一种形式的工作电路,于是更换了一个含有仪表照明控制开关的前照灯开关,谁知按喇叭时仪表照明灯不再点亮。由于换上的前照灯开关是旧的,当再换上新的前照灯开关时,故障又开始出现。试着更换喇叭,没有解决问题。但让单个低音喇叭工作时,仪表照明灯居然没有亮,而让单个高音喇叭工作却不行。根据其症状,拔下了两个喇叭上插座,喇叭按钮按下后,只听见继电器触点动作的声音,没见到仪表照明灯被点亮,这说明故障不是继电器控制线路造成的。又让制动灯泡代替喇叭、让前照灯远光灯泡代替喇叭,都没有故障出现。这说明喇叭系统内负载电流不管大小,只要其保持恒定,它们的工作都不会影响仪表照明灯正常使用。接着再找来一对新的喇叭,小心翼翼单独一只一只接上,试验发现,低音喇叭工作并不能使故障消失,而高音喇叭工作无法使照明灯闪动。于是两个喇叭配合成对一起装车后故障再没有出现。

上述异常情况的发生,明显是受了喇叭电磁波干扰源的影响。仪表照明灯调节开关 F20

和喇叭在线路上并无直接关联，但它是一个电子控制式开关，当然也有一定抗电磁干扰和电磁兼容的能力，在一旦遭受更强电磁波或电磁兼容不到位的时候，它就会因这种干扰源产生的耦合(特别是辐射耦合)作用而被其激活。因此才会出现前面提到的现象，有时候换一个抗电磁能力强的或电磁兼容性高的前照灯开关，有时候换一个喇叭都会使故障消失。

★6-90 如何进行汽车喇叭电路的故障检测与排除?

现代汽车电器方面的故障中，喇叭线路的故障率占较大的比重，不同车型有不同的喇叭线路结构，给汽车电器维修人员特别是初学者带来较大的难度。下面总结不同车型喇叭电路的故障检测与排除方法，同时简单介绍了中、重型载货汽车安装的电、气喇叭转换电路及不同车型喇叭继电器的代用安装方法。

1. 不同车型的喇叭电路结构图

(1) 无继电器控制的喇叭电路　这种喇叭电路适用于喇叭功率较小的车型，如微型车(松花江、长安、天津华利等)及天津三峰、捷达、夏利等，电路图结构如图6-1所示。标致504、505等喇叭电路结构如图6-2所示，此种喇叭电路结构会造成按钮过早地烧蚀、损坏，因此已淘汰。

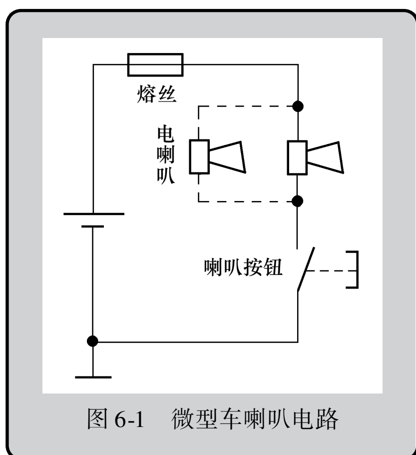


图6-1　微型车喇叭电路

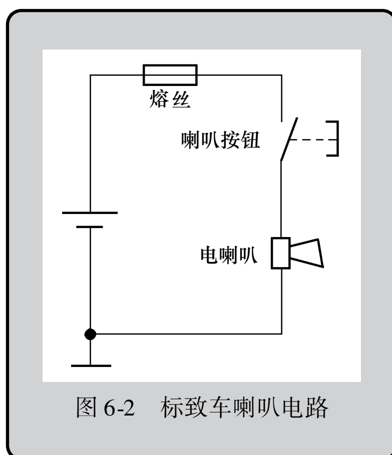


图6-2　标致车喇叭电路

(2) 有继电器控制的喇叭电路　这种喇叭电路采用喇叭电源电路和控制电路分开的控制方式，适用于喇叭功率相对较大的车型，以解决喇叭按钮直接控制过大电流，造成按钮易烧蚀的问题。图6-3为适用于桑塔纳等车型的喇叭电路。图6-4为适用于南京依维柯等车型的喇叭电路。图6-5为北京切诺基、BJ2020、北京轻客、北京五十铃、解放CA6440、解放CA1092等车型的喇叭电路。

2. 喇叭电路的故障检测

(1) 检测部位　喇叭熔丝、电喇叭、喇叭继电器接线端子、喇叭按钮接线端子。

(2) 用万用表和试灯分别进行检测

1) 熔丝两端电压均为电源电压，用试灯测量亮度正常。

2) 不按按钮时，图6-1、图6-3两喇叭接线端子电压均为电源电压，用试灯测量亮度正常；图6-2、图6-4、图6-5两喇叭接线端子电压为0，试灯测量不亮。

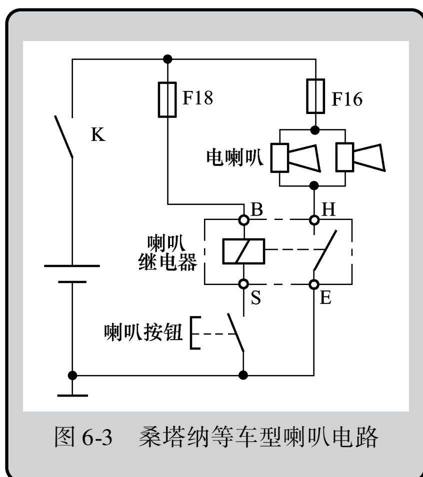


图 6-3　桑塔纳等车型喇叭电路

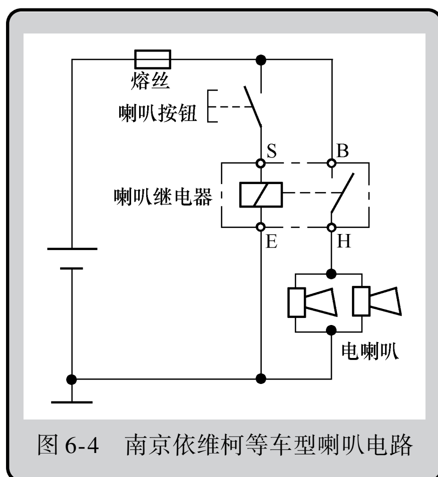


图 6-4　南京依维柯等车型喇叭电路

3）喇叭继电器和线路连接时，喇叭继电器接线端子 B 为电源电压，试灯发光正常；H 端子电压情况同喇叭接线端子；S 端子为电源电压，但用试灯测量时试灯微亮(此时灯丝和磁化线圈一同串接到电源电路中,试灯发光达不到其额定电压所致)。喇叭继电器和线路断开时 B 端子电压为电源电压，试灯正常发光，图 6-3 中 H 端子的电压为电源电压，但用试灯测量时试灯微亮(此时灯丝和喇叭磁化线圈一同串接到电源电路中)；其余端子测量时电压为零，试灯不亮。

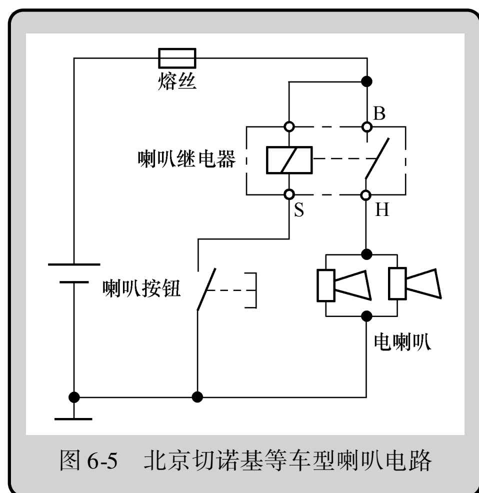


图 6-5　北京切诺基等车型喇叭电路

4）喇叭按钮接线端子的一个端子应搭铁，用试灯和万用表测量其是否搭铁。方法是用万用表的正表棒或试灯一端接一电源线，负表棒或试灯另一端接此端子，如万用表指示电源电压或试灯正常发光，则此端子搭铁；另一端子电压应为电源电压，但用试灯测量时，试灯微亮(灯丝和磁化线圈一同串接到电源电路中，试灯发光达不到其额定电压)。

5）异常情况可根据电路图进行分析。

由上述检测情况可以看出，正常情况下，喇叭的两接线端子不一定都有一根电源线，两端子可能都没电，如图 6-1、图 6-2、图 6-4、图 6-5 所示。但喇叭按钮的通断情况也要具体情况具体分析，不要盲目地认为没电就缺少电源。

3. 喇叭电路的故障常发部位及判断

（1）喇叭按钮部位　常见故障：按钮触点烧蚀、锈蚀，转向盘下滑片磨坏，与滑片接触的片形弹簧或圆形柱与滑片接触不良，按钮弹簧失去弹性等。遇到这种情况，应先将按钮线一端拆下搭铁，以确定是否按钮故障，如喇叭不响则为线路及其他部位故障，如喇叭响，则可确认为按钮部位故障，确认后将按钮相关部位拆解进行打磨、更换。

（2）喇叭部位　常见故障：喇叭声音嘶哑、声音过小、不发声等。不发声情况可用试

灯代替喇叭进行试验，如试灯亮，则为喇叭故障。这种情况多是电喇叭的音量或音调不正常所造成的，应将喇叭拆下进行调整，具体方法如下。

1）音调(即衔铁与铁心间气隙)的调整。**电喇叭的音调高低与铁心气隙有关，铁心气隙小时，膜片的振动频率高(即音调高)；气隙大时，膜片的振动频率低(即音调低)。**音调调整部位多为电喇叭的**带有锁紧螺母的中心粗螺纹**，调整时，应先松开锁紧螺母，然后转动衔铁，即可改变铁心与衔铁气隙，一般每次调整1/10～1/5圈，然后接线进行声响测试，不合格继续调整。

2）音量(即触点预压力)的调整。**电喇叭的音量大小与通过喇叭线圈的电流大小有关。当触点预压力增大时，流过喇叭线圈的电流增大，使喇叭产生的音量增大，反之音量减小。触点压力是否正常，可通过检查喇叭工作时的耗电量与额定电流是否相符来判断。如耗电量等于额定电流，则说明触点压力正常；如耗电量大于或小于额定电流，则说明触点压力过大或过小，应予以调整。**调整螺纹位置：喇叭中心螺纹外侧带锁紧螺母的螺栓，一般用密封胶密封。调整时应先松开调整螺杆顶端的锁紧螺母，然后转动调整螺杆(逆时针方向转动时，触点压力增大)进行调整。调整时，不可过急，每次只需对调节螺母转动1/10圈左右。

电喇叭音量和音质的调整并不是完全独立的，两者实际上是相互关联的，因此需反复调试才会获得最佳效果。

(3）熔丝部位　检查到熔丝熔断后，应及时进行更换，如短时间内又熔断，应找出短路搭铁部位后再进行喇叭故障的维修。

(4）继电器部位　继电器触点烧结，会造成喇叭长鸣；线圈断路，会造成喇叭不响。根据继电器的插脚位置及作用，用万用表测量其电磁线圈阻值，打开观察触点的烧蚀情况，必要时进行维修或更换。

4. 喇叭接线图的扩展

(1）中、重型载货汽车安装的电、气喇叭转换电路　对电、气喇叭转换电路的要求：电喇叭一般为两个且功率较大，在电喇叭电路应使用继电器，按钮要控制搭铁线。同时应在电路中增加一个电、气喇叭转换开关，以便在需要的时候进行电、气喇叭的转换。满足此要求的电路如图6-6和图6-7所示。

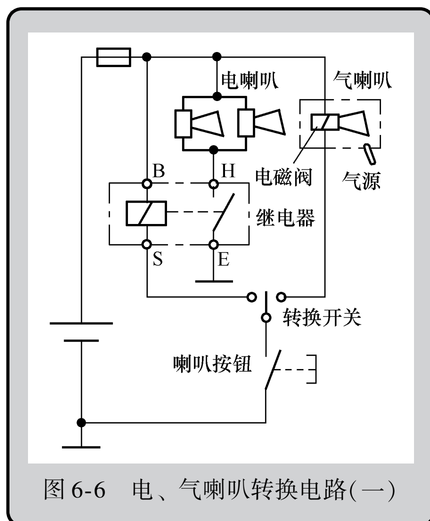


图6-6　电、气喇叭转换电路(一)

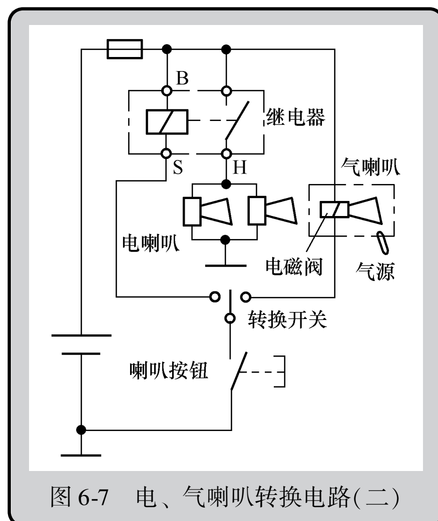


图6-7　电、气喇叭转换电路(二)

（2）不同车型喇叭继电器的代用安装方法　凡是和电喇叭的标称电压相同、具有常开触点的所有电路控制继电器均可作为喇叭继电器使用。具体接线可参照上述喇叭接线图，如将五十铃 N 系列继电器中的 IT 型用于桑塔纳轿车喇叭电路的改装，其接线如图 6-8 所示。

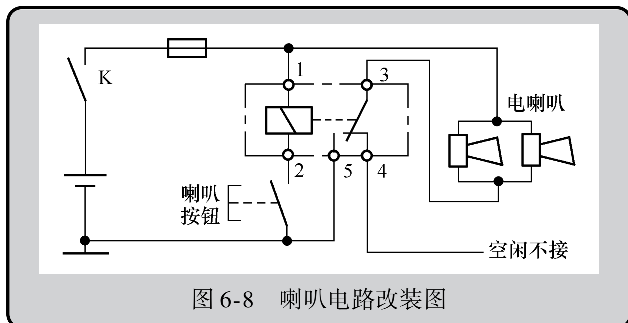


图 6-8　喇叭电路改装图

在必要的情况下可以将所有没有喇叭继电器的车型加装喇叭继电器，以保护喇叭按钮，延长其使用寿命，提高喇叭工作的可靠性。只需要手头上有一个电路控制继电器，便可完成此种线路的改装。

▲6-91　如何检修现代汽车的电控前照灯?

1. 电控前照灯的主要功能

当代轿车的悬架系统对于前轴和后轴负荷的变化比较敏感，当轴荷发生变化时，会引起前、后悬架高度较明显的变化，从而造成前照灯的照程变远或变近，无法满足最佳照程的需求。在汽车加速、制动及轴荷变化的过程中，车身相对于路面的倾斜角度会发生变化。当汽车加速及后部负荷增加时，车头上升、车尾下沉，会使前照灯近光灯的照射距离变长，容易引起对面会车驾驶人眩目；当汽车制动时，由于车尾上升、车头下沉，会使前照灯近光灯的照射距离变短，可能影响行车安全。为此，奥迪 A6、宝来和迈腾等中高档轿车设置了前照灯照程自动调节系统，无论车辆负荷发生怎样变化，它可以根据整车轴荷的分配，自动调节前照灯的照程，使近光灯光束照射到需要的位置，因而有利于夜间行车安全。

电控前照灯具有会车时自动变光(远光变近光)、自然光强时灯光光强自动减弱、前照灯自动延时关闭及灯开关未关发出警报等多种功能。为了实现上述功能，前照灯控制系统设置了会车自动变光器、灯光自动减弱器及前照灯关闭自动延时器等部件。

2009 款大众迈腾轿车的前照灯具有如下多种功能。

1）轿车进出隧道，车灯会自动亮灭；天黑灯亮，天亮灯灭。

2）当汽车的负荷发生变化或道路倾斜时，能够自动调节前照灯的照射距离。

3）能够随着弯道变化改变照射方向，有利于夜间行车安全。

4）驾驶人断开点火开关，拔出点火钥匙后，如拉一下远光灯开关，使其点亮，然后关上车门并锁车，则前照灯会继续点亮一会儿，“目送主人”回家，然后自动熄灭。

当然，要实现上述功能，需要对前照灯控制系统进行必要的设置。

2005 款奥迪 A6 C6 轿车的前照灯系统有两种配置；一种是气体放电灯(双氙气)，带照明距离自动调节机构；另一种是气体放电灯(双氙气)，带弯道灯和照明距离自动调节机构。

后者增加了转弯时照亮盲区的功能，其控制核心称为“前照灯照程自动调节控制单元”。

哈飞赛马 7160 轿车的前照灯具有自动熄灭功能，如果忘记断开前照灯开关，拔下点火钥匙后，它会自动熄灭，不需要手动操作。

2. 前照灯照程自动调节系统的工作原理

前照灯照程自动调节系统由传感器、伺服电动机、前照灯照程自动调节控制单元及调整旋钮等部件组成。其工作原理是：由装在前轴和后轴上的水平传感器(又称倾斜传感器)将车身高度转变成电信号，输送给前照灯照程自动调节控制单元，前照灯照程自动调节控制单元指令执行器(伺服电动机)转动，带动前照灯(或反光镜)上下摆动一定的角度，以适应汽车加速、制动及轴荷变化引起的照程变化(图 6-9)。若前照灯照程自动调节系统发生故障，前照灯的照程将不能自动调节，只能进行人工调节。

例如，2003 款奥迪 A6 轿车配置的前照灯照程自动调节系统由左前车身水平传感器(G76)、左后车身水平传感器(G78)、前照灯照程自动控制单元(J431,位于前排乘员侧杂物箱前上方)、左前照灯调节伺服电动机(V4S)及右前照灯调节伺服电动机(V49)等组成。车身水平传感器安装在车身与悬架之间，该传感器为线性滑动变电阻式。当悬架被压缩或伸张，车身的高度发生变化时，车身水平传感器的电阻也发生变化，输出的信号电压随之变化，此信号传送给 J431，由它控制左右前照灯伺服电动机运转，完成前照灯的自动调节。这种调节不仅可以在汽车静止时进行，还可以在车辆运行过程中(包括起步和制动时)进行自动调节。

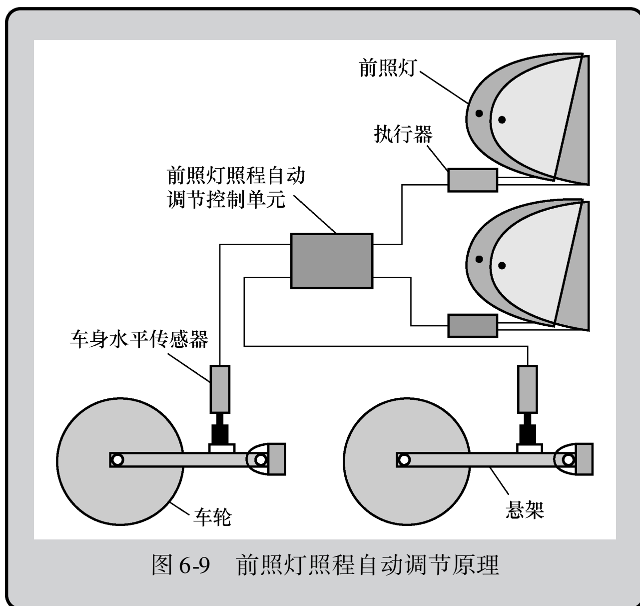


图 6-9　前照灯照程自动调节原理

前照灯照程自动调节系统的关键部件，除了前照灯照程自动调节控制单元外，就是车身水平传感器。一些高档轿车的电控悬架系统也需要车身水平信号，从简化结构出发，水平传感器信号通过数据总线传送，供几个系统共用，做到信息共享。例如，高档奥迪轿车的 4 级空气悬架系统，其车身高度可以调节为“低”“正常”“高 1”和“高 2”4 个等级，其左前车身水平传感器(G76)和左后车身水平传感器(G78)是与前照灯照程自动调节系统共用的，并由前照灯照程自动调节控制单元(J431)供电；而右前车身水平传感器(G289)和右后车身水平传感器(G77)则由悬架控制单元(J197)供电，这样设计的好处是，在悬架控制单元

(J197)出现故障时，仍可保证前照灯的照程调节功能不受影响。

3. 前照灯照程自动调节系统故障检修案例

一辆2003款奥迪A6轿车，行驶里程为6000km，“驾驶人信息中心”显示前照灯报警的符号。其检修步骤如下。

1）连接VAG1552，输入地址码“55”，选择02功能，读到故障码“00774”，含义是左前车身水平传感器(G76)断路或对搭铁短路。

2）进入55-08-002，读取数据流，1区(左前车身水平传感器的信号电压)为0.214V，2区(左后车身水平传感器的信号电压)为2.734V。在车身处于水平状态时，车身水平传感器的信号电压应为2~3V，并且在按压车身时，其信号电压会随着按压的程度而变化。进行按压车身试验，发现左前车身水平传感器的信号电压没有变化(数值仍然过小)，而左后车身水平传感器的信号电压在2.5~2.9V变化，说明左前车身水平传感器有故障，0.214V的信号电压并不代表悬架的真实被压缩量。

3）更换左前车身水平传感器，再用VAG1552进入55-08-002，1区的数据变为2.327V，2区的数据为2.745V，说明系统已经恢复正常。

☆6-92　如何进行前照灯照程自动调节系统的基本设定?

当更换氙气灯总成或前照灯照程自动调节系统经过维修后，必须对其进行基本设定，才能恢复前照灯照程自动调节功能。

(1）2003款奥迪A6轿车氙气前照灯自动调节系统基本设定方法　2003款奥迪A6轿车氙气前照灯照程自动调节系统基本设定的步骤如下：

1）连接VAG1551或VAG1552，进入前照灯照程自动调节系统，选择“04”功能(系统基本调整)。

2）屏幕显示“输入显示组号”，按00和1键，并确认。此时显示屏出现“请等待”，然后显示运动调整位置，此过程持续约20s，接着显示“调节前照灯”。

3）进行前照灯调整：将灯光检测屏(不带15°角调整线)放置在车辆前方10m处，开启近光灯，检查水平的明暗截止线是否在垂直方向通过中心点；检查亮区是否在垂直线的右侧。如果不符合要求，用十字槽螺钉旋具转动相应的滚花小轮；调整后按“确认”键。

4）再次选择“04”功能(系统基本调整)。

5）按00和2键，按“确认”键，屏幕显示“已学习调整位置”，按“确认”键。

6）选择“02”(查询故障存储)功能，如果没有故障存储，说明基本设定完成，退出前照灯照程自动调节系统。

如果故障检测仪显示“无此设定功能”(即不能进行基本设定)，可以采取以下措施：

1）检查左前车身水平传感器(G76)及左后车身水平传感器(G78)的安装是否正确。

2）进行人工自适应调整：使轿车以90km/h以上的车速行驶一段时间，让前照灯照程自动调节系统根据路面状况进行自适应调整，然后再用故障检测仪进入前照灯照程自动调节系统，按上述方法进行基本设定。如果还是不能进入前照灯照程自动调节系统，可以将诊断座的端子7(K线)与端子15(L线)跨接，形成双K线诊断，但特别要提醒的是短接后不能起动发动机。

（2）一汽丰田皇冠3.0轿车前照灯控制系统的初始化　一汽丰田皇冠3.0轿车更换前照灯控制单元、更换悬架控制单元、更换或拆装过车身水平传感器后，需要对前照灯控制单元进行初始化，其方法是：连接丰田专用故障诊断仪，然后按照故障诊断仪上的提示进行操作，最后调整前照灯的光束。请注意，按照维修手册的要求，在进行初始化操作之前，应当确认汽车处于以下状态：燃油箱中留存大约10L燃油；空载；车内没有乘员；前照灯开关断开。

★6-93　如何排除别克陆尊自动前照灯常亮故障?

一辆2008年产上海通用别克陆尊3.0L多功能车，据驾驶人反映，即使外界光线非常好，该车的自动前照灯也会常亮，如果手动关闭前照灯，多功能驾驶人信息中心DIC上会显示“建议打开前照灯”。

陆尊车的自动前照灯没有单独的灯光控制单元，而是由车身控制单元BCM控制，而且可以通过前照灯开关实现手动关闭。与君威车自动前照灯相似之处是也有一个光照强度传感器，安装于前风窗玻璃下方，仪表台前方，通过感知外界光线强弱来控制自动前照灯的点亮。

使用故障诊断仪Tech2进入车身控制单元，查看到光照强度传感器的数据为4.78V，遮挡或使用手电光照射传感器时，数据基本没有变化。而正常情况下，光照强度传感器被遮挡(光线暗)时的数据为4.78V，而光线强时的数据为2.26V。拆下仪表板前方的装饰板，检查光照强度传感器，与此传感器并排安装在一起的还有防盗指示灯(LED)和自动空调系统光照传感器(图6-10)。断开前照灯的光照强度传感器线束插头，测量两线之间的电压为5V。再观察自动空调系统光照传感器，该传感器与前照灯的光照强度传感器的区别是颜色不同，前照灯的光照传感器是透明的，空调系统的光照传感器是黑色的，二者的形状基本相同，线束插头也相同，如果互换位置也可以安装。由此想到该车的两个光照传感器是否安装错误？进入空调系统，查看光照传感器的数据显示为100%，对于遮挡和手电光照射也同样没有反应，测量空调系统光照传感器线束插头两端子之间的电压为10V。

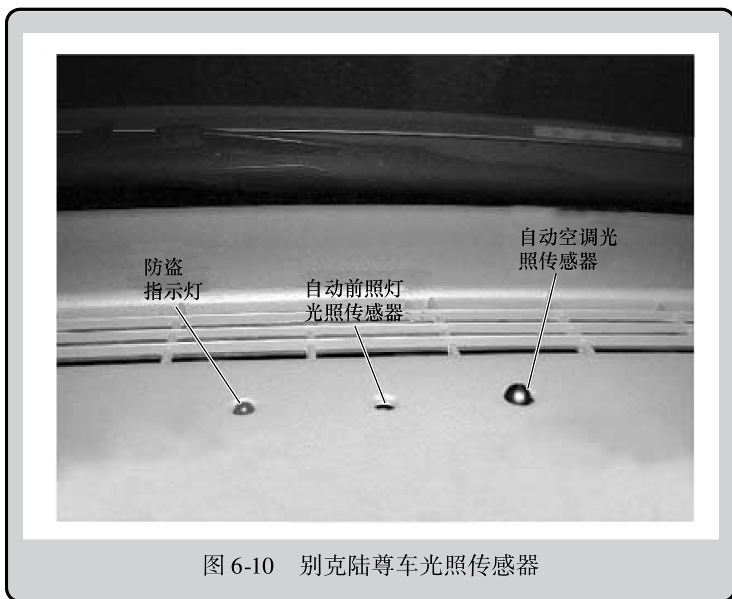


图6-10　别克陆尊车光照传感器

参照电路图上的线色，故障就基本清楚了，两个光照传感器的线束插头确实互相插错了，陆尊车的车身控制单元 BCM 的传感器使用 10V 参考电压，而空调系统使用的是 5V 参考电压。调换两个传感器的插头后再通过 Tech2 查看数据，光线强时，自动前照灯的光照传感器的数据为 1.0V，光线暗时为 4.8V；光线强时，自动空调系统光照传感器数据为 100%，光照弱时为 25%。

将两个光照传感器的插头正确装复后，试车故障排除，看来确实是插头引起的故障。这两个传感器线束插头相同，传感器的安装孔也差不多，形状也差不多，所以容易造成误装，希望维修人员引起注意。

▲6-94　如何排除别克陆尊自动前照灯不能正常自动点亮故障?

一辆 2007 年产上海通用别克陆尊 3.0L 多功能车，据驾驶人反映，该车的故障是自动前照灯需要等到外界光线非常暗了才会自动点亮，而此前已经不得不手动打开前照灯，所以前照灯已经失去了自动功能的意义。

别克车系自动前照灯的灵敏度是很高的。检查仪表板上的自动前照灯的光照强度传感器，发现传感器的安装位置不当。此车配置的是手动空调系统，没有空调系统光照传感器，自动前照灯光照传感器被安装在了空调系统光照传感器的孔内（右侧孔），结果一个透明的“圆头”很不自然地露在了仪表板上方（图 6-11）。而正常情况下，前照灯光照传感器应安装在中间的孔内。空调系统光照传感器和前照灯光照强度传感器的形状基本相同，可以调换着安装在彼此的安装孔中，但是这两个传感器的安装孔是不同的，由安装孔的背面看，前照灯光照传感器的安装孔浅，空调系统光照传感器的安装孔深。所以，由正面看，前照灯的光照传感器始终沉在孔内，是看不到的，而空调系统的光照传感器头部凸出孔外，露出一个“黑头”。该车的前照灯光照传感器安装在了空调系统光照传感器的孔内，始终暴露在外，严重影响了灵敏度，所以引起了该车的故障。



图 6-11　光照传感器

按正确位置安装好前照灯光照传感器，试车故障排除。此车曾经更换过前风窗玻璃，不知是否由此造成了传感器的安装位置错误。

☆6-95　如何排除雪佛兰景程前照灯不亮、仪表显示异常的故障？

景程(Epica)原车型源自韩国大宇中级车美男爵。2002年通用收购大宇股份，将大宇多个车型纳入雪佛兰品牌，景程(Epica)车引入中国生产。景程整车彰显强调力量的欧洲运动轿车风格，并拥有中级车中最长的车身，内部空间宽大舒适，更配备了多项高档车才有的配置。其内部饰品和空间搭配很合理；分别采用了来自通用霍顿的D-TEC 2.0L DOHC 16气门汽油发动机，以及被称为“全球顶级轿车御用变速器供应商”德国ZF公司的4HP-16电子自动变速器。

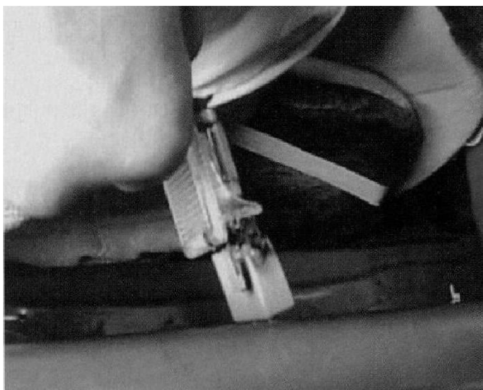
一辆2007年的雪佛兰景程轿车，车架号为LSGVV52Z37Y0869＊＊，采用L34发动机，出现前照灯不亮、仪表显示异常的现象。仪表板上的故障表现为：仪表灯不亮，仅有行李箱指示灯亮着，其他指示灯都不亮(图6-12)，起动发动机后，里程表和转速表均不显示，冷却液温度表和燃油表都不工作。

检查行李箱，关闭正常。打开发动机室盖，在发动机室内有个熔丝盒，用试灯检查，发现有个控制前照灯模块的熔丝熔断，于是按规格换上新的熔丝。检查驾驶人侧车内熔丝盒，发现仪表2的熔丝也烧断了，换上符合规格的熔丝试验，上述症状消失，驾驶人接车出厂。但半个月后，上述故障再次出现。接着驾轻就熟地检查那两个熔丝，发现均再次熔断，而且发动机室那个熔丝竟然与熔丝座融为一体了，怀疑相关线路短路，导致电流过大。将用万用表调到电流档检测，发现这个熔丝控制端线路电流还不足2A。

接着到驾驶人侧车内熔丝盒检测仪表2熔丝控制的电流，竟然高达12A。那么到底是哪里的线路出现了短路呢？检查该车后发现，该车后改装了氙气前照灯和音响系统。将氙气前照灯拆除后，检测仪表2熔丝控制的电流没有减小，将音响拆除后再检测，该电流也没有变小。这时突然想到该车仪表上的行李箱指示灯亮着。打开行李箱后就闻到一股焦煳味，再一看，行李箱的灯线路搭铁，导致线束连接器烧毁(图6-13)。估计是驾驶人在行李箱放东西时不小心碰掉了行李箱灯，从而导致上述故障的产生。将搭铁的行李箱灯线路重新包扎好，并将行李箱灯固定牢固。



图6-12　故障车仪表板上的异常显示


图6-13　烧损的行李箱线束连接器

☆6-96　如何排除三菱欧蓝德 EX 前照灯自动调平系统报警故障?

最新一代由日本三菱汽车与法国 PSA 集团共同开发的第一款车型欧蓝德 EX，已经与老款欧蓝德有了本质的区别。欧蓝德 EX 以双方研发的新底盘为基础，拥有三菱以“帕杰罗”而出名的四驱越野技术和长期参加世界汽车接力赛的“Lancer Evolution”采用的电控四驱技术为核心，搭载三菱新一代 MIVEC 发动机。应该说，新一代的欧蓝德 EX 几乎就成为具备越野车基本素质的豪华 SUV，这使得它与普通的 SUV 更加容易区别开来。

一辆 2009 年生产的三菱欧蓝德 EX，行驶里程为 49686km。驾驶人报修仪表板上黄色的警告灯常亮，经维修人员检查，确认是前照灯自动调平警告灯亮。

三菱欧蓝德 EX 前照灯配备了自动调平系统。前照灯自动调平系统是一个可以自动控制前照灯光束方向的系统。前照灯的光束方向(垂直角)会根据乘客数量和负载量而改变。停车时，前照灯自动调平 ECU 根据获得的电源开、关或加载、卸载而导致的负载变化，通过高度传感器值来计算出车辆纵倾角，控制光束方向。车辆在平坦路面起步时，行驶中的车辆姿势会在停车姿势基础上改变，从而使光束方向改变。为了控制由此类车辆姿势变化而引起的不正确的光束方向，前照灯自动调平 ECU 会在车速恒定后的 12s 内根据所获得的高度传感器平均值来计算车辆纵倾角。

维修人员用三菱专用诊断仪 MUT-Ⅲ进行 CAN 总线诊断，CAN 总线状况良好。读取所有系统故障码，未发现故障码。在 MUT-Ⅲ系统选择界面中，进入仪表系统，选择“特殊功能”，选择“Headlamp auto leveling Diag mode(前照灯自动调平诊断)”，同时在组合仪表的多信息显示屏上显示前照灯自动调平警告。如果前照灯自动调平诊断正常，则警告灯为 0.25s 闪烁 1 次；如果有故障码，如故障码为 24，警告灯显示闪烁频率为二长四短(图6-14)。该车读取前照灯自动调平故障码为 22，含义为前高度传感器故障。

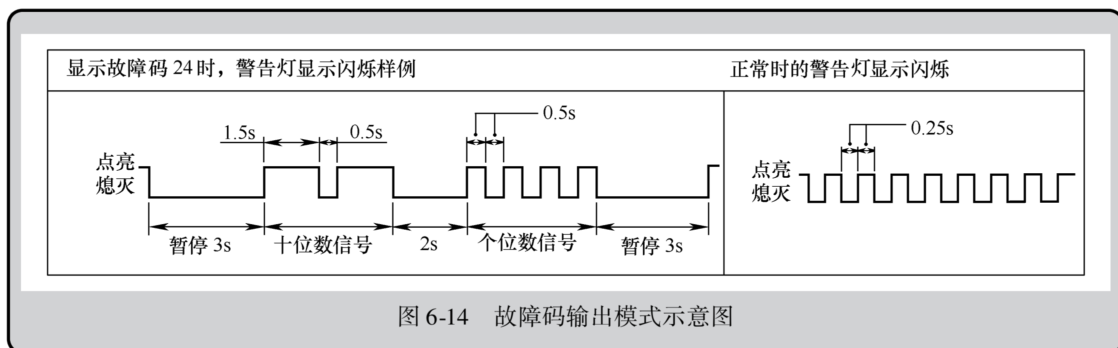


图 6-14　故障码输出模式示意图

检查前高度传感器插接器 A-57、前照灯自动调平 ECU 插接器 C-107，结果正常。将前高度传感器固定在下摆臂上的螺钉拆掉，断开传感器插接器，然后连接专用工具测试线束，将点火开关打开，测量传感器插接器 2 号端子的电压，电压根据传感器转动的角度在 0.5～4.5V之间变化，检查结果前高度传感器信号输出正常。将该前高度传感器装回并试车，发现故障依旧存在。于是仔细检查前高度传感器，发现是传感器支架变形(图 6-15)，

导致装在车上后前高度传感器基准线（0°点）改变（图 6-16），出现此故障。维修人员将前高度传感支架变形部位修整后，故障排除。



图 6-15　变形的传感器支架

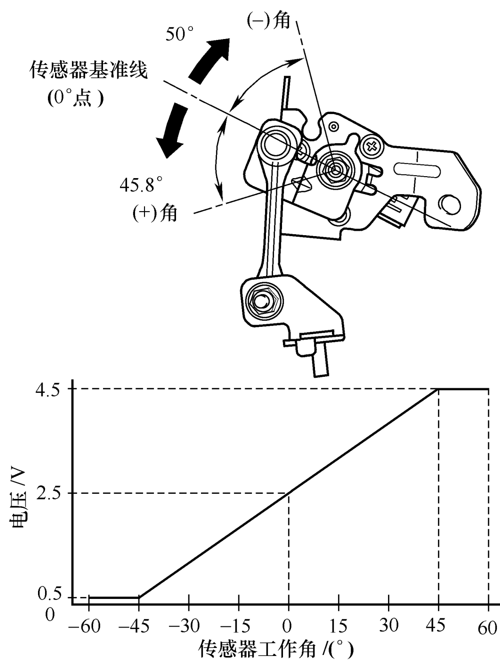


图 6-16　传感器角度与输出电压的关系

☆6-97　如何排除大众途锐照明距离调节装置警告灯点亮的故障?

途锐是大众推出的一款高端 SUV，它的出现将使整个大众汽车品牌从中受益，并进一步推进大众汽车在豪华车领域的步伐。一辆 2008 款 3.6L 大众途锐车，行驶里程 80000km，事故后在修理厂更换了左前照灯，进行相关匹配后，仍然不能排除前照灯照明距离调节装置警告灯点亮的故障。

首先用仪器读取 55 前照灯照明距离调节装置的故障码(图 6-17)。现代轿车为了追求舒适性，其悬架大都调校得比较软，这样悬架对前后轮承载负荷比较敏感，即前后轮承载负荷的变化会引起前后悬架压缩量的不同。传统的前照灯在前后轮载荷分配不均的情况下，会使前照灯灯光或远或近，不能保证最佳的射程。为此，途锐车装备了前照灯射程自动调节装置，在前后桥上各设置了一个车辆高度传感器，用来感知车辆高度的变化，根据整车载荷分配不同，自动调节前照灯射程，以保证最佳的照明效果。同时在该系统出现故障的时候，会点亮仪表上的灯光系统故障警告灯。

根据图 6-17 中所显示的故障码，可以判断出故障范围为高度传感器故障和基本设定未完成。接下来查询电路图系统(图 6-18)，得知在配备空气悬架车型上，车辆高度信号由 34 车辆水平调节系统提供，而不是由传感器单独供给 55 前照灯照明距离调节装置。



图 6-17　用仪器读取故障码

通过仪器查询全车电控系统发现，该车已经配备了 34 车辆高度控制系统。由引导性功能查询得知，编码 1286531 为不带 34 车辆高度调节系统；编码 1288195 为带 34 车辆高度调节系统。重新执行控制单元编码，编码的过程是：55(前照灯照明距离调节装置)→007(编码)→1288195，编码成功后再进行前照灯系统的基本设定：55→04→1。

本故障是由于对控制单元的编码错误(编码 1286531 为不带 34 车辆高度调节系统,编码 1288195 为带 34 车辆高度调节系统),导致 55 前照灯照明距离调节装置的配置错误,在该系统中,会根据车辆配置的不同而采用车辆高度的数据来源也不同,所以才会误报高度传感器故障。重新编码后,该系统所需要的车辆高度数据由 34 车辆水平调节系统提供,因此不会再报车辆高度传感器故障。最后执行前照灯系统基本设定,成功解决该故障。

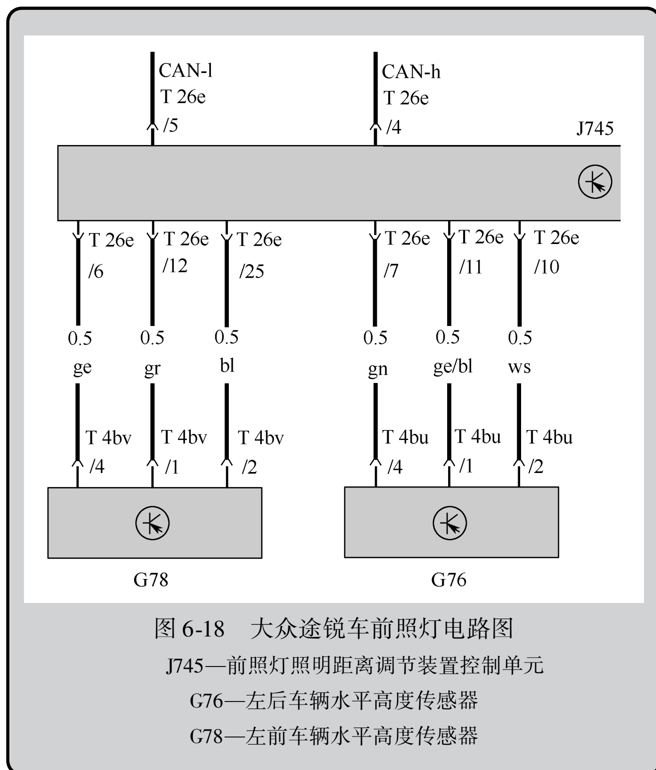


图 6-18　大众途锐车前照灯电路图

J745—前照灯照明距离调节装置控制单元

G76—左后车辆水平高度传感器

G78—左前车辆水平高度传感器

★6-98　怎样诊断帕萨特领驭车仪表照明灯有时自动点亮故障?

一辆 2007 年生产的帕萨特领驭轿车,搭载 BGC 发动机,行驶里程约为 15 万 km。据驾驶人反映,该车仪表照明灯有时会自动点亮,同时驾驶室内的开关照明灯也会一起点亮。

接车后试车发现,故障现象与驾驶人所述一致。另外,还注意到在故障发生时,雾灯、转向灯、停车灯、牌照灯及前照灯均未点亮。为了能快速准确地将故障排除,没有急着动手去查找故障位置,而是决定先查看维修资料,理清该车开关和仪表照明灯的电路。

图 6-19 为该车开关和仪表照明灯电路。当灯光开关(E1)处于 1 档位置时,灯光开关端子 T17/15 与端子 T17/13 和端子 T17/14 相通,使左侧小灯和右侧小灯点亮;端子 T17/15 与 T17/16 相通,30 号常电源一路经过熔丝 S4 点亮牌照灯,一路经过开关和仪表照明控制开关(E20)点亮仪表照明灯、点烟器照明灯等。E20 内有一个可变电阻,拨动此开关(即调整可变电阻)就会使仪表照明灯、点烟器照明灯等的亮度发生变化。

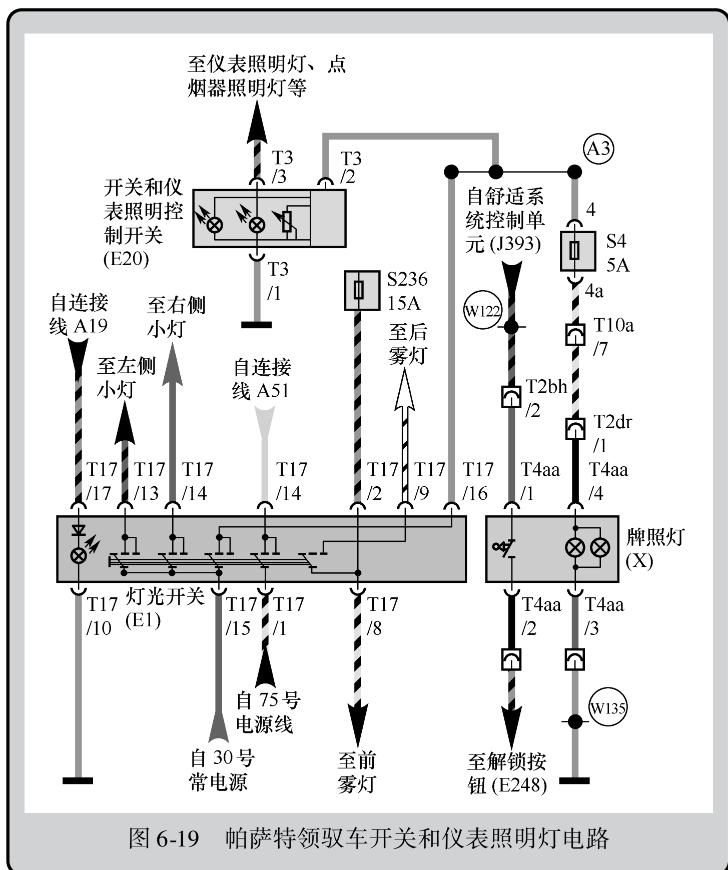


图 6-19 帕萨特领驭车开关和仪表照明灯电路

根据上述原理，首先拔下 E1，发现仪表照明灯仍点亮，这说明故障与 E1 无关；拨动 E20，发现仪表照明灯的亮度有明暗变化，这说明 E20 工作正常；脱开 E20 导线连接器(图 6-20)，发现仪表照明灯熄灭，这说明 E20 与 E1 间的线路存在对电源短路的故障；用万用表测量 E20 导线连接器上灰色导线的电压，为 12V，这说明该导线与某根电源线短路。如果 E20 导线连接器上灰色导线有 12V 电压，那么牌照灯也应该点亮，但是牌照灯并未点亮，这说明牌照灯的线路存在断路。综合分析上述诊断结果，推断牌照灯的线路与某个有 12V 电压的线路在某处同时断开，并就在断开位置发生短路，使 12V 电压通过牌照灯线路向 E20 供电，而不向牌照灯供电。



图 6-20 E20 导线连接器

针对此番推断想到，帕萨特轿

车行李箱线束经常会在拐角处损坏。于是拆检行李箱线束，发现行李箱线束在拐角处断开了3根导线(图6-21)，其中灰色/黄色导线与棕色/蓝色导线发生短路；在断开的3根导线中，棕色导线为搭铁线，灰色/黄色导线(图6-19)为熔丝54与连接器端子T10af7间的导线，棕色/蓝色导线(图6-19)为舒适系统控制单元(J393)与连接线W122间的导线。至此，故障原因一清二楚：断开的棕色/蓝色导线上有12V的电压，它与断开的灰色/黄色导线短路后，经过熔丝54向E20供电，而不向牌照灯供电。

修复断开的导线后试车，仪表照明灯不再自动点亮，故障排除。

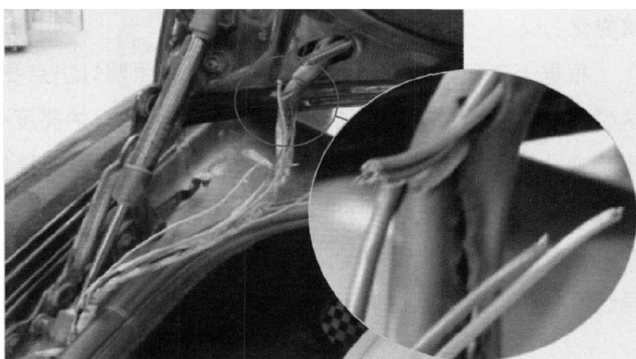


图6-21　行李箱线束在拐角处断开的3根导线

△6-99　如何排除长安福特S-MAX自适应前照灯故障?

一辆长安福特S-MAX车发动机运转时组合仪表有黄色警告灯不熄灭，而且组合仪表上的驾驶人信息显示屏显示“Advanced Front Light Failure (调校式前灯光故障)”信息。

用诊断仪IDS进入前照灯模块HCM，有“前照灯初始化信息丢失”的故障码。清除故障码，用IDS进行“头灯校正”，却进行不下去，提示进行“系统自测”，按提示做，却是“检测失败”。

该车有氙气灯自适应功能，开近光灯时会自动根据车速和方向调整光束向转弯侧倾斜，减小眩目，但在静止、倒档时不起作用。根据前后高度传感器长时间内的高度差，自动调整灯光高度。它由前高度传感器、调整电动机、控制模块组成。它还具有角灯随动功能，可根据车速(在0~70km/h)和转角(约30°)内侧灯点亮，增加转弯侧照度。如果更换过该系统的部件都需要用IDS进行设置。

是不是因为某个信号错误(但又还未到前照灯模块能够记忆故障码的范围)导致进行不了校正呢？于是进入前照灯模块内看了下数据流，发现除了前高度传感器和后高度传感器的高度数据相差很多，其他数据基本没问题。此车前、后高度传感器均采用霍尔传感器，将信号传递至控制模块。按道理，前、后高度传感器的高度数据是应该差不多的。把车顶起来，仔细看了下前、后高度传感器，发现前高度传感器在安装的时候，活动的

连接杆是可以在两个位置的，可以朝前也可以朝后。询问驾驶人，原来曾经更换过前下支臂，那么是不是维修人员在安装高度传感器的时候造成的位置错误，导致前照灯模块接收到不正常的高度信号，而使校正进行不了呢？查阅维修手册，正常的位置如图 6-22 所示。



图 6-22 正常的高度传感器的位置

以前的维修人员在更换前下支臂时高度传感器未按正确位置安装，重新调整高度传感器连接杆位置，再次用 IDS 进入前照灯模块看数据，在转向角度是 0°的时候，坐在驾驶座位上，前高度数据是 64311mm，后高度数据是 65335mm，此时再进行“头灯校正”（IDS 提示是车上不能够坐人而且不能够放重物,但是在实际操作中坐在驾驶位上对校正并无什么影响），根据 IDS 的提示，很顺利就完成校正了。再起动发动机，组合仪表无黄色警告灯提示，故障排除。

△6-100 怎样诊断东风日产新天籁车喇叭有时不响故障?

一辆东风日产 2. 5 新天籁轿车，驾驶人反映当其行驶速度超过 60km/h 时喇叭不响，已经在其他修理厂维修多次，因为是间歇性故障，一直没有修理好。

维修人员在陪驾驶人试车时发现，实际上喇叭并非在轿车行驶速度超过 60km/h 时不响，而是转向盘在正中间位置附近时喇叭不响，驾驶人反映的情况只是其错觉而已。

由于喇叭是在转向盘处于正中间位置附近时不响，根据故障现象，维修人员初步确定此故障可能是螺旋线圈(游丝)故障导致的。在进一步检查后却发现，在车轮不处于正直的方向，尽管转向盘位于中间位置却没有此现象，检查中还发现，当喇叭不响的时候，用万用表检测喇叭开关处，有 12. 6V 的蓄电池电压，在按下喇叭开关后，转向盘上也有 12. 6V 的蓄电池电压，于是初步确定故障为转向柱搭铁不良。

接着对转向柱的搭铁情况进行进一步检测，发现转向柱芯与壳体在正中间空载位置时接触不良，根据该车喇叭控制电路(图 6-23)，导致经过螺旋线圈(游丝)→喇叭开关→转向盘→转向柱芯→转向柱轴承→转向柱外壳→车身→蓄电池负极的喇叭继电器控制回路断路，故障系转向柱轴承在空载位置时导通不良。在确定故障点后，给驾驶人

提出两个维修方案：一是在螺旋线圈的空端子上加装一根搭铁线；二是更换转向柱总成。

应驾驶人要求按第一个方案对该车进行加装搭铁线处理后试车，喇叭工作正常，一个月后进行跟踪回访，驾驶人表示一切正常。

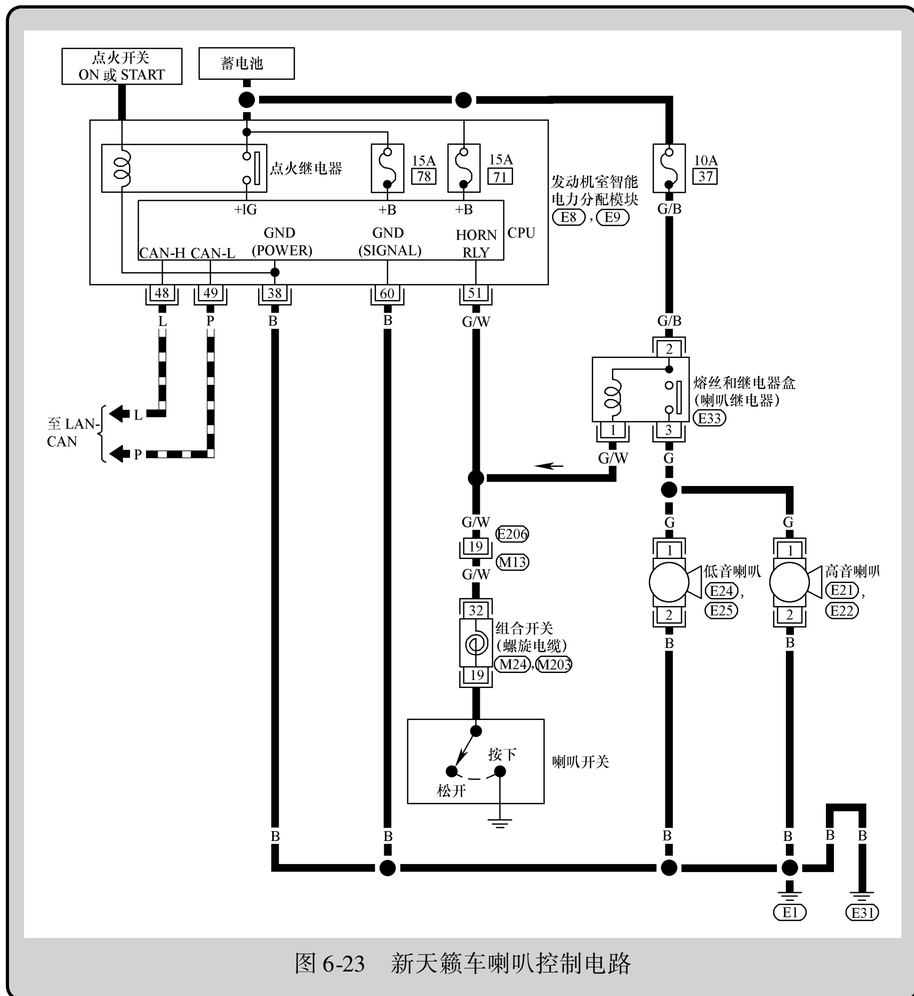


图6-23　新天籁车喇叭控制电路

▲6-101　如何排除2007款君越车两后制动灯不亮故障?

君越是上海通用在2006年2月22日推出的一款全新中高档轿车，它的定位是在君威车和荣御车之间，主要竞争对手为天籁、雅阁车等。上海通用推出君越车的目的是为了取代君威车的位置，占据国内中高档车市场的重要一席。一辆2007款上海通用别克君越2.4L轿车，出现制动时两后制动灯不亮，但高位制动灯正常的现象。

验证故障现象发现，踩制动踏板时，高位制动灯能正常点亮，但两后制动灯不亮，其他尾灯都工作正常。本以为很简单，拆下后尾灯，更换制动灯灯泡就能解决，但发现更换制动灯灯泡后制动时，两后制动灯还是不亮。用万用表检测两后制动灯座，没有电源供给。拆下

前乘员侧熔丝盒盖检查，制动灯熔丝良好，而且其上有 12V 的电压。查阅该车电路图(图 6-24)，发现该款君越轿车制动灯控制电路与其他别克系列车的有所不同，由原来的制动灯开关变为制动踏板位置传感器，该传感器信号传递给车身控制模块(BCM)，BCM 收到该信号后，由其端子 J2-30 输出 12V 电压信号，该信号分为两路，一路直接点亮高位制动灯，另一路控制驻车灯继电器工作，由该继电器控制两后制动灯。根据电路图分析，制动时高位制动灯可以点亮，但是两后制动灯不亮，这样就排除了制动踏板位置传感器及 BCM 出现故障的可能，故障范围在 BCM 的端子 J2-30 输出之后的电路，包括驻车灯继电器到后部制动灯的线路。打开仪表台左侧的盖板，下有两个继电器，蓝色的继电器为驻车灯继电器，测量该继电器，发现有 12V 电压输入，但没有电压输出，判断为该继电器损坏。更换驻车灯继电器，故障排除。

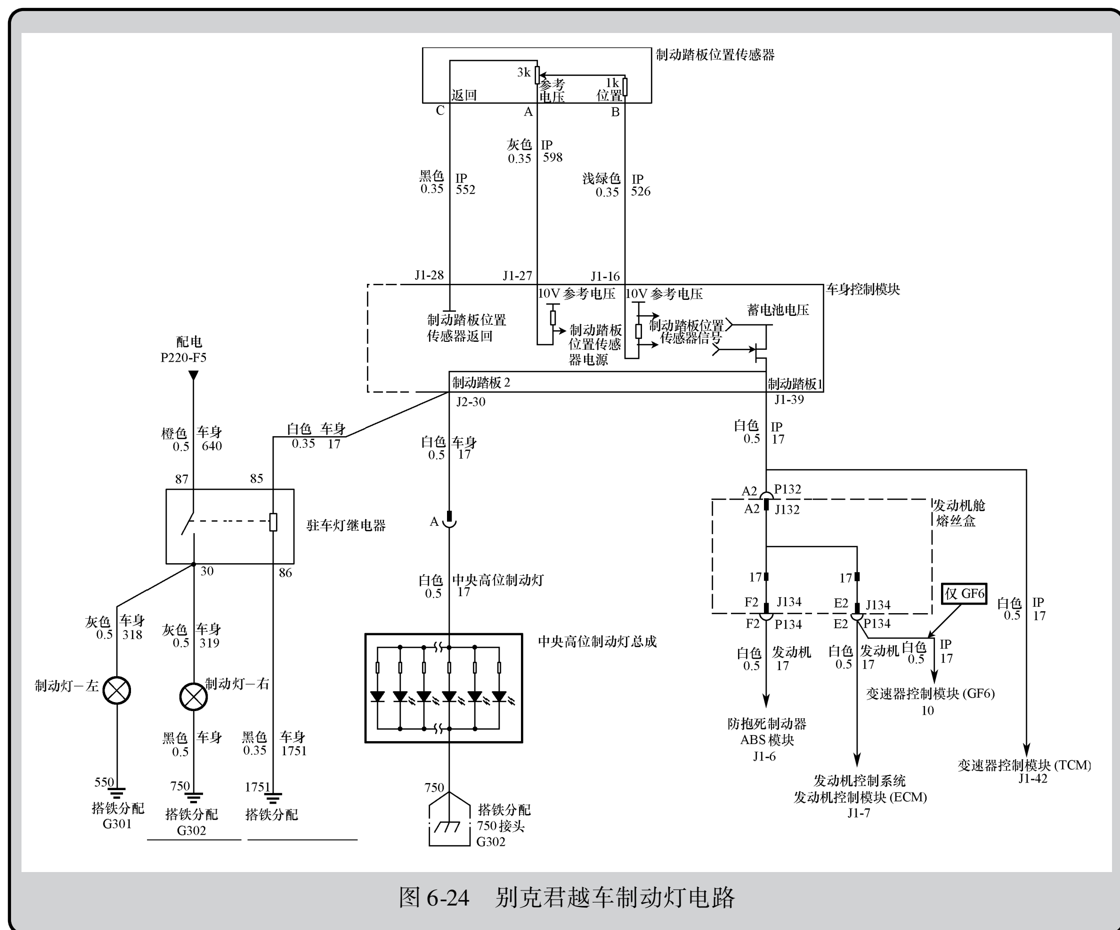


图 6-24 别克君越车制动灯电路

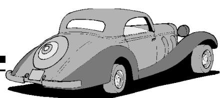
6-102 如何排除途安车喇叭不响故障?

一辆 2005 款上海大众途安(TOURAN)车，采用 BJZ 2. 0L 发动机和 09G 手自动一体变速器，累计行驶 4. 65 万 km，出现按喇叭按钮喇叭不响；按多功能转向盘右侧“ + 、 - ”音量按钮及三角形调台键时，音响音量不变化，无法切换电台的现象。

维修人员接车后听完驾驶人描述后，以为喇叭进了水，将一对新喇叭装车后试车发现，按喇叭按钮还是毫无反应，用万用表测量喇叭的电源端子，没电。而且该车没有常规的喇叭熔丝。连接 VAS5051 诊断仪，进入地址 16——转向柱电子装置，进入 02 进行故障查询，存在 01426 故障码，含义是“转向盘中心控制装置 E221 无信号/通信”。按压试验转向盘上其他触摸按键，也没反应，说明转向盘中心控制装置 E221 无电信号输出，与转向柱电子装置控制单元 J527 失去了通信。

该车转向盘中心控制装置 E221 与转向柱电子装置控制单元 J527 是一个 LIN-BUS(Local Interconnect Network,局域互联网)单根数据总线系统，子控制单元是多功能转向盘中心控制装置 E221，其集成电子系统对驾驶人在转向盘操作单元上的按钮进行分析，即转向盘上的各开关控制指令信号，经过转向盘中心控制装置 E221 来进行编码，然后通过 E221——LIN 收发器，按 LIN 通信协议，经过 LIN 数据总线传输到 J527 的 LIN 接收器。实质上 J527 是一个 CAN/LIN 的网关，由 J527 进行解码后，把二进制数值转换成一个串行比特流，通过 TX 发送线路把比特流发到发射器，同时把比特流转换成相应的电压信号，然后电压信号被一个接一个通过 CAN-BUS 数据总线传送到车载网络控制单元 J519 上的 RX 接收线路，把电压值重新转换成二进制数值，由 J519 将数值变换成信息，按开关指令来触发中央电器板上的 449 号喇叭继电器回路接通，控制喇叭鸣响，其他的转换电台数据等信号都通过 CAN-BUS 数据总线直接传送到网关 J533，再通过网关按传输协议输出，由 CAN-BUS 数据总线传送到信息中心上的音响系统，用来增强或减弱音响系统的音量或转换电台。这下思路基本搞清，可以对故障进行维修了。拆下转向盘气囊，在转向盘中心下部直接看到了 E221 芯片，线路完整，连接器连接完好，没有人工拆装或烧蚀痕迹，看来只有更换 E221 芯片。更换 E221 芯片后装复试车，按喇叭按钮，喇叭鸣响，转向盘上其他的功能按钮工作均已恢复正常。

第七章





仪表、报警装置维修技能

△7-103　电流表的故障检修及使用注意事项有哪些？

电流表是用来显示蓄电池充电和放电电流的，同时还用于监视电源系统工作情况。电流表一般安装在载货汽车上。目前，汽车使用的电流表结构形式主要有电磁式和动磁式两种。

1. 电流表的电路连接

不管是使用哪种结构，在汽车电路中的接法都是一样的，如图 7-1 所示。在大多数使用电流表的车型中，因电喇叭、转向灯使用频繁，电流表的指针会来回摆动，因此，多数车型都把这两路用电接在电流表之前。电流表串联在发电机“B +”与蓄电池⊕极柱之间的电路中，发电机充电时电流从电流表⊕端流进，⊖端流出，表针偏向⊕号；蓄电池放电时电流从电流表⊖端流入，⊕端流出，表针偏向⊖号。图 7-1 所示是发电机此时未向蓄电池充电，蓄电池正向外放电。

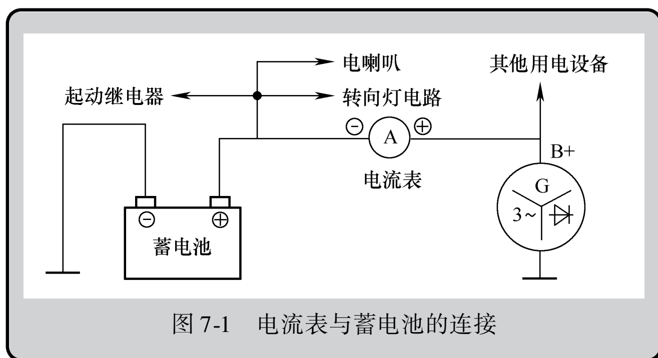


图 7-1　电流表与蓄电池的连接

2. 电流表的故障检修

（1）电流表的检验　将被试电流表与标准直流电流表(－30 ~ ＋30A)及可变电阻串联在一起，接通蓄电池电流，逐渐减小可变电阻值，比较两个电流表的读数，若读数差不超过 20%，则可认为被测电流表工作正常。

（2）电流表的调整　被试电流表读数偏高，可用充磁法进行调整，其方法有两种：

一种是永久磁铁法，即用一个磁力较强的永久磁铁的磁极与电流表永久磁铁的异性磁极接触一段时间，以增强其磁性。

另一种是电磁铁法，即用一个“Ⅱ”形电磁线圈通以直流电，然后和电流表的永久磁

铁的异性磁极接触 3 ~ 4s，以增强其磁性。

调整时，若读数偏低，可使同性磁极接触一段时间，使其退磁。

（3）指针转动不灵活　通电流时，指针有时转动，有时停滞，其原因有：机油老化变质、接线螺钉的螺母松动、针轴过紧、指针歪斜碰擦卡住或指针轴和轴承磨损。针轴过紧，应予调整。将机件在汽油中冲洗，待干后在轴承处滴入几滴仪表机油。

3. 电流表的使用注意事项

1）不同车型使用不同型号的发电机，所配用电流表的量程不同。电流表的量程有：-20 ~ +20A、-30 ~ +30A、-50 ~ +50A、-60 ~ +60A 等。

2）电流表应串联在蓄电池和发电机之间，且接线时极性不可接错，即电流表的“-”接线柱与蓄电池的正极相连，电流表的“+”接线柱与发电机的“电枢(B+)”接线柱相连。

3）电流表只允许通过较小电流。一般汽车灯系、点火系、仪表系等长时间连续工作的小电流可经过电流表，短时间断续型用电设备的大电流(如起动机、电喇叭等)均不通过电流表。

△7-104　如何排除电压表故障?

电压表用来指示发电机、调节器的工作状况以及蓄电池的技术状况。常用电压表有电热式、电磁式等，它并联接在汽车电路中。当接通点火开关时，电压表即可指示蓄电池的端电压，对 12V 电系的车辆一般为 11.5 ~ 12.6V。接通起动机的瞬间，电压将下降至 9 ~ 10V，此值为正常，如起动时电压表指示值过低，则说明蓄电池亏电或有故障。发电机以正常转速运转时，电压表应指示在 13.5 ~ 14.5V 的规定范围内。若起动前后，电压表读数不变，则表明发电机不发电；若起动后电压表指示值不在规定范围内，则说明调节器调整不当或损坏。汽车上装用的电压表常见的线路连接方式如图 7-2 所示。电压表常出现的故障现象如下。

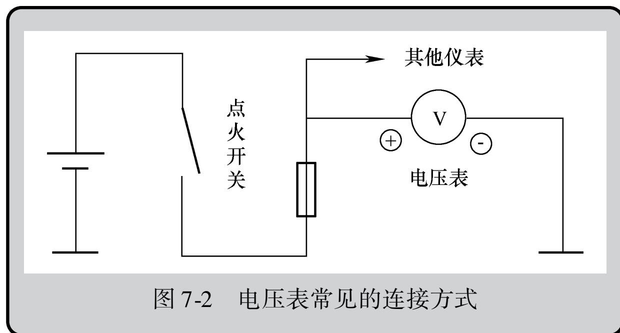


图 7-2　电压表常见的连接方式

（1）接通点火开关，电压表不指示　多数车的电压表和仪表电源共用一个熔丝，遇此故障现象时，应先看一下其他仪表或指示灯是否有指示。如都无指示，应检查熔丝或仪表供电线路；如其他仪表有指示，则需拆下仪表板，不断开仪表接线，接通点火开关，用万用表的直流电压档位进行检测。红表棒接电压表的正极，黑表棒接电压表的负极，此时，如果万用表有指示，则是电压表有问题；如万用表也无指示，检查表盘上电压表正极连线和负极连线。万用表的正表棒不动，负表棒直接在驾驶室铁壳搭铁，如果万用表还无指示，顺着电压表的正极连线检查，看线路是否有断路的情况；如果万用表有指示，顺着电压表的负极连线，看电压表的搭铁连线是否有断路的情况。

（2）电压指示过低　检查此种故障，应先用万用表检测一下电压表两端的电压，然后再在蓄电池处测量蓄电池的两端电压，正常时两处的电压应一致。如果电压表处的数值低于蓄电

池处，再测量仪表电源电压。仪表电源电压与蓄电池电压相同，则检查电压表搭铁线，查看电源线有无松动、烧蚀现象；如果仪表电源与电压表两端电压相同，则检查相关线路，检查插接件或熔丝是否松动或腐蚀。充放电主干路上工作时常有较大线路电压降，测量时应当注意。

在一些重型载货汽车的电压表前，有的加有降压电阻，当阻值变大时，也会出现上述故障现象，检修时要加以注意。如果故障还是不能确定，则用两根较长的导线，一根接蓄电池的负极和电压表的负极，另一根接电压表的正极和蓄电池的正极。如果此时电压表指示的数值还低于蓄电池电压，则是电压表有问题；如果电压表指示的数值与蓄电池一致，分别取下搭铁线或是正极线，此时如果故障又出现，那么故障就在所取下的相关线路方面，应进一步检查故障所在。

▲7-105 怎样检测桑塔纳轿车的机油压力报警系统?

1. 机油压力报警系统安装位置与结构

桑塔纳2000型的机油压力报警系统是**用来监视和指示发动机润滑系统工作状况的**。它由油压检查控制器J114，油压指示灯K3和高低压开关F1、F22等元件组成，如图7-3为系统的电路接线图。

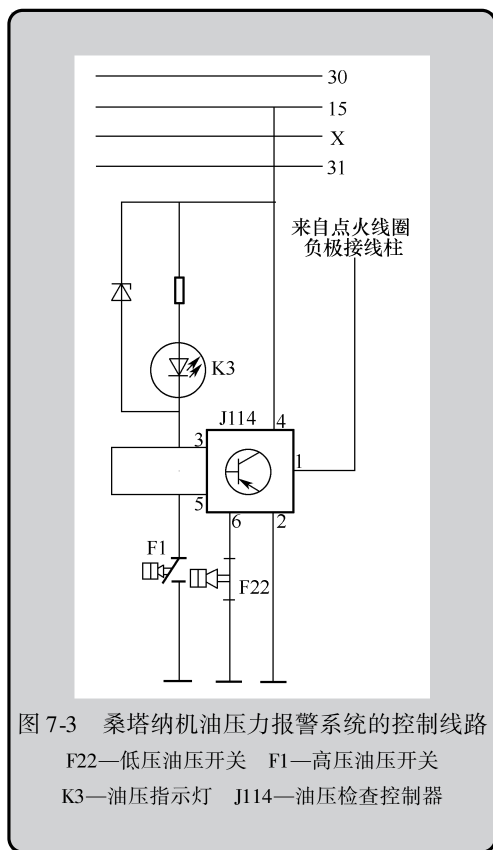


图7-3 桑塔纳机油压力报警系统的控制线路
F22—低压油压开关 F1—高压油压开关
K3—油压指示灯 J114—油压检查控制器

油压指示灯安置在仪表板上，两端并联了一个稳压二极管。油压指示灯采用红色发光二极管，其正端串接的附加电阻为330～500Ω，当正向电压大于2V时便能导通点亮，它会根据油压检查控制器的指令信号闪亮而发出报警指示。

油压检查控制器固装在里程表框架上，内置集成电路和报警蜂鸣器。J114为系统的控制中枢。**它根据低压油压开关和高压油压开关监测到的信号，发出油压指示灯是否闪亮和油压报警蜂鸣器是否鸣叫的指令信号**。图7-3为J114的实物接脚图。J114是8脚集成电路，其中4脚接电源正极，2脚搭铁接电源负极，1脚接转速信号，5脚接高压开关F1，6脚接低压开关F22，3脚接油压指示灯K3负端，7、8脚为油压指示灯的两个电路焊接点，因7、8脚无电路引出，故在图中体现不出来。

低压开关F22安装在**气缸盖上主油道的后端**，绝缘体为褐色，上标有“(0.3±0.15) bar”字样(1bar = 100kPa)**用以感受缸盖油道的油压**。F22为**常闭型开关**，当感受的机油压力高于(30±15)kPa时，开关断开。低压开关**利用外壳直接搭铁，向J114输送低油压信号**。在发动机工作中，如果低压油压开关的触点接通，油压指示灯就会闪亮。所以这种报警为**闭路报警和灯光报警**。

高压开关 F1 安装在**机油滤清器支座上**，其绝缘体为白色，上标有“(1.8 ±0.2)bar”字样，接线颜色为蓝/黑色，用以**感受缸体主油道的油压**。F1 为**常开型开关**，当感受的油压高于(180 ±20)kPa 时，开关闭合，高压开关也是外壳搭铁，向 J114 输送高油压信号。在发动机工作中，如果高压油压开关中的触点断开，油压指示灯报警闪亮，油压蜂鸣器也同时发出声响。所以，这种高压报警为**开路报警和声光报警**。

从点火线圈初级负端引出导线到控制器 1 脚，向 J114 输送发动机转速信号。

2. 油压控制过程

电路图中所表示的开关和触点所处的状态是发动机静止时各开关与触点的状态。在汽车起动时，油压指示灯先闪亮一会儿，发动机起动后马上熄灭(发动机起动过程中点火开关接通的瞬间,发动机是静态,直至机油压力建立之前,低压油压开关都是导通的,所以油压指示灯闪亮)。在发动机起动后，当机油压力达到 30kPa 时，低压油压开关断开，油压指示灯不再闪亮。当发动机转速高于 2150r/min 时，只要机油压力小于 180kPa，高压油压开关成为开路，油压检查控制器中的电子线路被触发，油压指示灯闪亮并伴有蜂鸣声。在机油压力正常的工况下，高压油压开关则是闭合的。

3. 油压检查控制器和相关线路的检测

将发动机熄火，接通点火开关，油压指示灯应闪亮，此时蜂鸣器不可鸣响；发动机转速低于 2150r/min，拔下低压油压开关的电线接头，并在车体或发动机上搭铁(相当于低压油压开关触点闭合)，此时，油压指示灯应闪亮，蜂鸣器不可鸣响；发动机转速高于 2150r/min，拔下高压油压开关的电线接头，但不要接到车体上(相当于让高压油压开关开路)，此时油压指示灯应闪亮，蜂鸣器应鸣响。如果达到以上要求，说明油压检查控制器与相关线路是正常的。

4. 润滑系统机油压力的测量

可采用在机油压力开关(低压油压开关和高压油压开关的统称)处串接机油压力表的方法来检查润滑系统机油压力是否正常。在机油温度 80℃时，正常的油压是：发动机转速为 800r/min 时，机油压力≥30kPa；发动机转速为 2150r/min 时，机油压力≥180kPa。如果机油压力小于正常值，其原因除机油油面低以外，还可能有：

1）机油粘度过低

2）机油油道堵塞。

3）机油泵主动轴与轴孔的配合间隙或主、从动齿轮的啮合间隙不符合要求。

4）长期使用不符合标号的机油和汽油，造成机油集滤器堵塞。

5）油底壳受损变形，使机油泵通过集滤器吸取机油不能满足机油泵供油量的需要。

7-106　如何排除桑塔纳 2000GSi 机油压力报警的故障?

一辆上海桑塔纳 2000GSi(时代超人)轿车，行驶 4 万 km，发动机转速超过 2000r/min 后，机油压力报警灯和报警蜂鸣器同时报警，当转速低于 1200r/min 时，恢复正常。

该车此前曾出过事故，当车速达到 115km/h 后便出现机油压力报警灯和蜂鸣器同时报警，当松开加速踏板车速稍有下降后，即可恢复正常。为此，曾先后对机油压力报警电路进行检查，断断续续地更换了几个机油泵和机油压力报警开关，每次都是刚换上新的机油泵时

可恢复正常，但是行驶一段时间后，故障会重新出现。而这次更换的机油泵行驶不到半月，即出现了以前的故障现象，以前是车速达到 115km/h 报警，稍松加速踏板即可恢复，现在是当发动机转速超过 2000r/min 时就开始报警，而且一直到发动机几乎处于怠速时，才恢复正常。机油和机油压力开关又重新更换过，因怀疑机油粘度不够而添加了抗磨剂。

该车装备 AJR 型电喷发动机。在发动机中，机油压力报警系统主要由两个机油压力开关控制，即位于机油滤清器支架上方的低压报警开关和机油滤清器支架后方的高压报警开关。当低压侧的机油压力为 15～45kPa 时，机油压力开关断开，指示灯熄灭；当高压侧的机油压力达到 160～200kPa 时，机油压力开关接通。当低压侧和高压侧的机油压力同时低于规定值时，接通报警系统电路，使机油报警指示灯和报警蜂鸣器同时报警，以提示驾驶人发动机润滑系统出现故障。由于该车的油压报警开关和电路都检查过，而且这次是在更换了机油泵并校正了油底壳后出现的故障，为此，我们决定先对机油泵及油底壳进行检查。

将油底壳连同机油泵一起拆下，然后检查。发现机油集滤器紧贴在油底壳上，显然是校正过的油底壳并不能合乎要求所致。同时拆检曲轴主轴承，无松旷现象。随后将新机油泵与车上所拆的机油泵进行油压对比，新油泵的泵油压力明显大于旧油泵。于是对其进行更换，然后按程序装复试车，但故障依旧。

重新对油泵报警开关及其相关的线路进行检查。当检查到低压报警开关线路时，发现其导线插头搭铁，打开点火开关后，位于仪表上的机油压力报警指示灯并不闪亮，而当拔掉机油滤清器支架后方的油压开关插头并将其搭铁时，发现指示灯开始闪亮，由此判断，油压报警开关的插头接错。在随后的检查中又发现，该发动机上安装的机油压力报警开关均为低压开关，而根据控制原理，支架后方的油压开关应为高压开关。因此，将该油压报警开关更换，按检查结果接好线束插头，然后起动试车，故障排除。经过几个月的行驶，故障再未出现。

▲7-107　如何检修奔驰 300SEL 机油压力报警灯亮的故障?

一辆采用 W140 底盘的奔驰 300SEL 车，出现发动机转速提高到 2500r/min 左右时，机油压力报警灯亮起的现象，但低于这个转速时，一切正常。

接车后试车，故障现象确实如驾驶人所述。首先拔出机油尺检查机油量，在正常刻度范围内，说明故障原因不是由机油量引起的。将车举升起来，拔下机油滤清器处机油压力传感器，发现该线束严重老化，有脱皮的地方，并已经露出了线芯，于是怀疑线路问题，可能造成发动机工作振动时有搭铁现象。更换该线束后，机油压力报警灯依然点亮。

拆下机油压力传感器，测量电阻值为 11Ω 左右。为确保真实性，找来一个新的机油压力传感器进行替换，仍是无济于事。在没有找到真正原因时，应仔细想想其他细节问题。拧开发动机加机油口盖，取出机油滤芯，看见上面附着着好多的油泥、杂质。将机油滤清器更换掉，重新加注新的机油后试车，故障排除。

该车由于机油滤清器较脏，有许多杂质，当发动机转速较低时，机油流量较少，机油可以通过机油滤清器，机油压力也正常。但随着发动机转速提高，在达到一定转速时，机油油量较多，附着在机油滤清器上的杂质便会聚在一起，阻止机油通过。机油流不过去就会导致机油压力增大，压力增大到机油泵的安全阀打开时，机油就会从安全阀流回油底壳，造成机

油压力低、机油压力报警灯点亮而报警。

★7-108　如何诊断别克君威轿车仪表显示不正常的故障?

一辆2003款别克君威2.0轿车，每次洗车后出现如下现象：当钥匙打到“RUN”时，仪表所有指针均不动，只有右侧的发动机故障灯亮，其他指示灯不亮而且起动机随之起动，但此时的点火钥匙并没有拧到起动档。

此故障已经连续发生很多次。只要每次洗完车，特别是清洗发动机后，故障相当明显，而平时没有出现过此故障。打算先从调故障码开始。连接车博士V30进入发动机、车身模块和仪表，均未读出故障码。各个模块的通信也很正常，初步判定数据线出现故障的概率不大。那为什么仪表会没有显示呢？我们只能从仪表的故障进入查找原因。

别克君威仪表熔丝线路图如图7-4所示。从电路图上可知仪表由以下熔丝控制：E1—E2，A3—A4，A7—A8，D5—D6。E1—E2是由蓄电池直接引出的常电源线；A7—A8为点火0位输入线，当钥匙在OFF、RUN或STAR时供电；D5—D6是钥匙在RUN和STAR时供电。经检查以上3个熔丝均正常。此时只剩下A3—A4熔丝没有检查了，而A3—A4熔丝是点火档引出的点火信号线。当把测试灯并联在A3—A4熔丝上准备起动车时，却突然发现仪表正常了，只要把试灯拿开仪表还是不好，马上用万用表电压档测量A3—A4熔丝处的电压，显示9V多，正常情况下，当钥匙停在RUN位置不应该有9V电压。难道是点火开关内虚接造成?

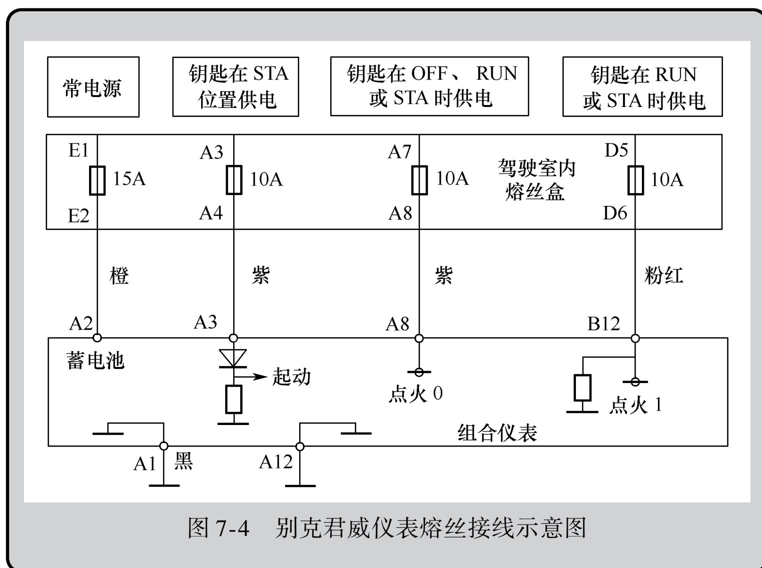


图7-4　别克君威仪表熔丝接线示意图

于是把A3—A4熔丝拔下，用万用表分别测出熔丝插头两侧的电压，分别为：由点火开关引出线为0V，起动时为12V，20W试灯点亮，证明点火开关没有问题；而由熔丝出去的线接头为9V电压，问题肯定出在这根由A3—A4熔丝引出的紫色线上。而这根紫色信号线分别通往仪表、车身模块、发动机控制单元。首先拔下发动机控制单元插头，仍然显示9V。因为线太长不可能把线束全拆开检查，又从仪表和车身模块处读其数据流，发现起动信号显示“是”，正常时应为“否”。看来问题肯定是这9V电压引起的。把杂物箱下防护罩拆开，从线

束内找出起动信号线，剪断后，仪表正常，数据流由起动信号显示“是”变为“否”。由此可以看出，问题肯定在由熔丝到发动机控制单元之间的连线上。由线路图(图7-5为其简图)可以看出这根起动信号线进入了熔丝盒(发动机罩下)，而后又由熔丝盒引出到发动机控制单元。仔细检查线束没有出现破损之处，唯一可能出问题的就是熔丝盒了。因为熔丝盒为封闭式，看不到内部的损坏情况，只能用压缩空气吹干，发现电压表读数由原来的9V降了下来，由此可以判定此9V电压由熔丝盒内部受潮虚接造成，更换前部熔丝盒后，故障排除。

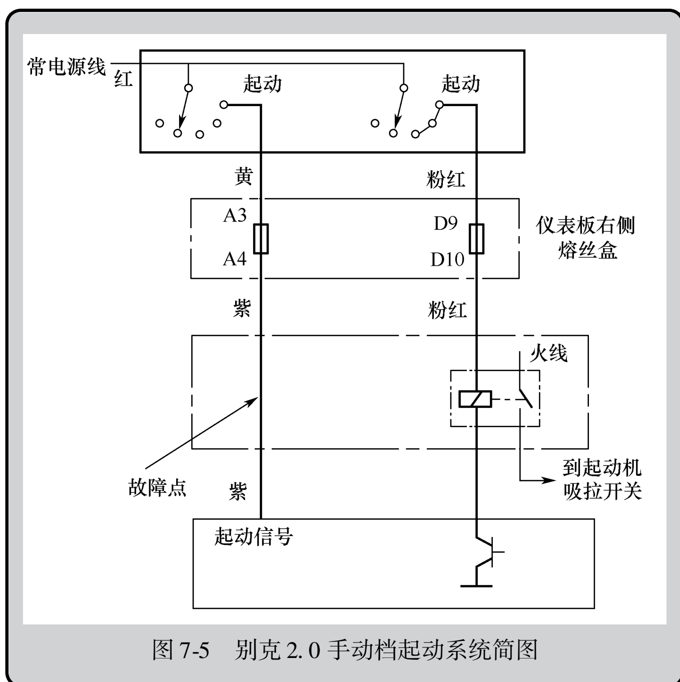


图7-5 别克2.0手动档起动系统简图

▲7-109 如何诊断别克凯越轿车组合仪表故障?

一辆别克凯越轿车，其组合仪表的燃油表有时不显示(图7-6)。驾驶人反映该车每天早晨冷车起动时，打开点火开关后燃油表不显示，但实际上燃油箱里有足够的燃油，使发动机运转或者车辆行驶10min左右后，燃油表指针会缓慢上升，直到显示真实油位。一旦燃油表开始显示，一天中都不会再出现故障。



图7-6 凯越车燃油表不显示

接到此车时，燃油表显示正常。我们用万用表测量燃油液位传感器到发动机控制模块(ECM)的传输线，无断路和短路现象，线路连接良好；再测量发动机控制模块仪表的传输线，也导通。我们初步怀疑是液位传感器受外界气温的影响而无法传输反馈信号给发动机控制模块，遂更换了液位传感器，但第二天故障现象依旧。接到驾驶人的电话后，我们马上赶到现场。拔下发动机控制模块的插头，用万用表测得发动机控制模块K34号脚和K51号脚之间的

电阻为 125Ω，说明燃油液位传感器及其线路均正常。拆下组合仪表，测量发动机控制模块 K30 号脚与组合仪表 B3 号脚之间的电阻为∞，说明存在断路现象。

采用分段测量法，测得组合仪表至 C108 插头的连接正常，C108 插头至发动机控制模块处断路。断开左前 A 柱下方的 C202 插头，发现插头内有水汽。仔细查看，C202 插头的 85 号脚已经腐蚀。处理该插脚并烘干插头后装复试车，仪表显示一切正常。使用一周后回访驾驶人，故障未再出现，确认故障已被排除。

从电路图(图 7-7)中可以看出燃油液位的传输原理，当转动点火钥匙时，发动机控制模块的 K51 号脚发送一个 5V 的电压信号给燃油液位传感器的 1 号脚，燃油液位传感器通过液位浮子可变电阻的阻值将反馈电压回送给发动机控制模块的 K34 号脚，经过控制模块内部程序处理后，通过发动机控制模块的 K30 号脚传送一个脉宽调制信号给组合仪表的 B3 号脚，组合仪表接收到此信号后，通过内部程序处理后，将燃油液位显示出来。

图 7-7　组合仪表电路

在冷车的情况下，由于 C202 插头内有水汽，造成插脚接触不良，所以出现上述故障现象。当起动发动机或车辆行驶一段时间后，车内温度上升，加上车辆的颠簸，使线路又碰巧连接上了，所以故障呈间歇性。该车不久前做了前风窗玻璃贴膜，可能是操作时不小心使水渗进了 C202 插头，从而导致上述故障。

△7-110　如何诊断锐志车仪表板上档位指示不显示故障?

一辆一汽丰田锐志轿车，出现仪表板不显示档位，挂档冲击，有时起动发动机无反应的现象。

用丰田专用诊断仪进入 ECU 查询故障码，为 P0705。查询资料得知，出现故障码 P0705 的可能原因有 3 种：一是变速杆卡在某个位置；二是档位开关线束搭铁短路；三是档位开关线束对电源短路。按故障码分析，如为第一种情况，仪表板上应有档位显示。根据该车换档冲击，仪表板不显示档位，有时发动机不能起动的故障现象分析，怀疑是第二种原因造成的。询问该车驾驶人关于故障出现的情况，驾驶人反映，该车在下暴雨后的第 2 天才出现此故障的。为稳妥起见，先更换档位开关，而后试车发现，发动机有时起动无反应的现象消失了，但仪表板上依旧没有档位显示。查阅资料得知档位开关的端子 3 为档位开关电源端子，用万用表测量该端子，发现电压为 0V，按线路图指示找到位于仪表台左下方熔丝盒内标有 BP/UK 的熔丝，发现已经熔断，将其更换后试车，上述故障彻底排除。

▲7-111　如何诊断江淮瑞风商务车仪表照明灯常亮的故障?

一辆 HFC6500A1 彩色之旅瑞风商务车，装配 4GA12.4L 电控汽油发动机，采用手动变速器，已行驶 83000km，组合仪表内照明灯以及示宽灯常亮。

接车后对故障现象进行验证，故障确实存在。经检查，其他车身电器一切正常。初步判断造成仪表照明灯及示宽灯常亮可能是由于尾灯继电器失灵、多功能开关失灵或相关线路短路所致。

将组合开关置于 OFF 档，拔下发动机舱内的尾灯继电器(尾灯继电器共有 4 个端子,其中 1 号和 2 号端子为触点,3 号和 5 号端子为继电器的线圈)，对尾灯继电器及其线路进行了相应的检查。拔下尾灯继电器后，仪表内照明灯以及示宽灯能够熄灭，然后用万用表对尾灯继电器控制线路进行了测量。经测量，尾灯继电器 3 号端子所对应的控制信号线一直处于搭铁状态，插上尾灯继电器(能够听到继电器触点的吸合声)，仪表内照明灯以及示宽灯能够正常点亮，拔下尾灯继电器，仪表灯及示宽灯能够熄灭。

通过上述简单检查，说明尾灯继电器工作正常，接着对组合开关进行了检查。经检查，组合开关 M14-1 侧的 1 号端子为尾灯继电器信号线，经万用表测量，M14-1 侧的 1 号端子能够受组合并关控制(不存在组合开关失灵)，拔下 M14-1 侧的连接器，仪表灯及示宽灯仍然常亮。

为何组合开关工作正常，继电器工作正常，示宽灯线路也没有出现短路现象，而示宽灯和仪表照明灯出现常亮现象呢?瑞风商务车装配的车身控制器(ETACM)，也叫电子时间报警控制模块，此车 ETACM 对车身电器控制得比较多，难道尾灯继电器信号线也受 ETACM 控制吗?经查找 ETACM 控制模块及尾灯控制线路图(图 7-8)。尾灯继电器信号受 ETACM 控制，尾灯继电器信号线通向 ETACM(M58-1)侧的 13 号端子，而组合开关控制尾灯继电器信号线则通向了 ETACM(M58-1)侧的 7 号端子(即形成了输入—控制—输出的模式)，将 ETACM(M58-1)侧的连接器拔掉，示宽灯和仪表灯能够熄灭，由此说明 ETACM 控制模块失灵(因内部短路造成尾灯继电器信号线一直处于搭铁状态,从而导致仪表照明灯及示宽灯常亮)。更换 ETACM 控制模块，仪表灯及示宽灯工作正常。至此，故障彻底排除。



图 7-8 江淮瑞风商务车 ETACM 控制模块及尾灯控制线路图

★7-112　上海大众朗逸轿车为何仪表背景灯不能熄灭?

一辆2009年产上海大众朗逸1.6L轿车，搭载09G型自动变速器，驾驶人反映该车有时锁车后会出现仪表背景灯常亮的现象。

接车后，经试车，故障确如驾驶人所讲，锁车后仪表背景灯常亮不灭(图7-9)。因一时不能判断出问题出在哪里，于是将车辆开进车间进行深入检查。半小时后准备对该车进行维修时，试车发现故障消失了。连接故障诊断仪VAS5051B对车辆进行检测，车辆各控制单元均无故障码存储。随后查阅维修手册，仔细观察了仪表插头各端子布置(图7-10)可知，朗逸轿车仪表没有专门控制仪表背景灯亮的导线，信号的传输是通过CAN总线实现的，由车身控制单元BCM激活。



图7-9　锁车后仪表背景灯常亮不灭

为了便于查找故障，找来一辆使用正常的相同车辆进行对比。主要是想观察在仪表黑屏时，何种条件下仪表会出现驾驶人反映的这种情况。经过反复操作，发现以下几种情况下仪表板会点亮一会儿：打开车门、打开灯光开关、拔出点火钥匙、按动危险警告灯开关及使用遥控器解锁。随后对这几种情况进行了分析。

1）打开车门。由于驾驶人将室内顶灯开关设置为开门档，如果车门触点开关出现问题，除了仪表背景灯会点亮，室内顶灯也会点亮。

2）打开灯光开关。如果灯光开关出现问题，那么打开灯光开关后，除仪表背景灯常亮外，车辆示宽灯也会随之点亮。

3）拔出钥匙。当车辆拔出钥匙后，S端子断开后，仪表背景灯会点亮几秒钟。如果此方面出现问题，还会伴随有其他用电器不能切断的情况。

4）按动危险警告灯开关。查阅相关电路图(图7-10)可知，当按下危险警告灯开关后，BCM将收到E3的搭铁信号，于是它控制转向信号灯点亮，并通过CAN总线激活仪表内的转向指示灯和时间/里程灯。当再次按下开关后，E3搭铁，这时危险警告灯取消。这里要注意，只有E3再次断开后，仪表板上的时间/里程灯才会熄灭。

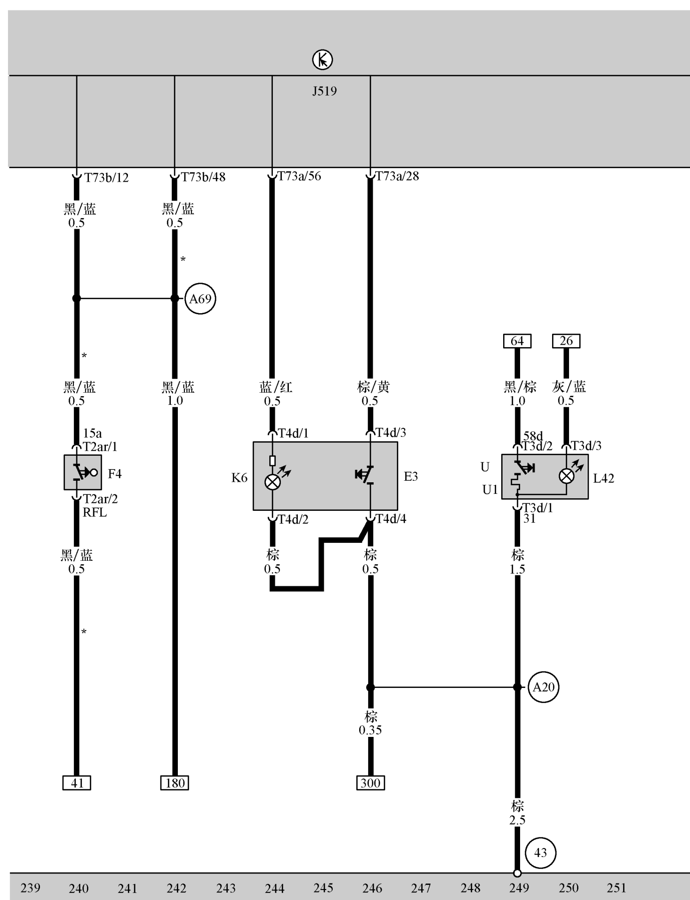


图 7-10　朗逸仪表插头各端子布置

E3—闪烁报警灯开关，在仪表板中部中央出风口下方　F4—倒车灯开关，在变速器前部　J519—车载网络控制单元，在仪表板左侧下方　K6—闪烁报警装置指示灯，在仪表板中部中央出风口下方　L42—插座照明灯泡　T2ar—2 针插头，黑色，倒车灯开关插头　T3d—3 针插头，白色，点烟器插头　T4d—4 针插头，黑色，闪烁报警灯开关插头　T73a—73 针插头，黑色，车载网络控制单元插头，在车载网络控制单元 A 号位　T73b—73 针插头，白色，车载网络控制单元插头，在车载网络控制单元 B 号位　U—插座，在变速杆前方　U1—点烟器，在变速杆前方　(43)—搭铁点，在右 A 柱下方　(A20)—搭铁连接线，在仪表板线束内　(A69)—连接线，在仪表板线束内　*—用于配有手动变速器的轿车

5）遥控器开锁。当使用遥控器解锁时，若出现问题，只会点亮几秒，不会常亮。

首先，假设 CAN 总线数据线良好，依次按照上面总结出的 5 个方面检查车辆有无问题。在检查到危险警告灯开关时，发现危险警告灯开关(图 7-11)回位不是很好，造成开关内触点没有断开，导致仪表背景灯常亮。在用砂纸轻微打磨危险警告灯开关后，使其按压时不与仪表台干涉，故障排除。



图 7-11　朗逸危险警告灯开关

对于该车故障的排除，能够检查到危险警告灯开关有问题，有一些运气成分。但有时遇到的一些故障，尤其是时有时无的偶发性故障，很难按照逻辑顺序进行检查。除了等待故障现象再次出现外，还有一种方法就是尽可能多地想到会产生故障的几种可能，进行逐一排查，这样做有时会有意想不到的收获。

△7-113　如何诊断别克凯越车冷却液温度表指针不动的故障?

一辆 2007 年产凯越 HRV，行驶里程 4.5 万 km。据驾驶人反映，发动机工作时，冷却液温度表指针始终停在最低刻度位置不动。

将点火开关转至 ON 位置，冷却液温度表的表针从最低温度位置上升 1 格，然后又返回最低位置。使用故障诊断仪 TECH2 查询故障码，无故障码存储。查看发动机数据流，冷却液温度为 95℃，而且对冷却液温度进行测量也接近 95℃，说明传感器和到发动机控制单元间的线路都没有故障。找到冷却液温度表电路图(图 7-12)，测量 C108 插头中 A4 脚的电压为 0.8V，而正常电压应为 11V 左右，电压明显偏低。测量从仪表到发动机控制单元 ECM 之间的线路，无断路或短路现象，连接示波器观察冷却液温度传感器波形(图 7-13)，发现传感器波形的峰值电压为 1.94V，且波峰有严重的杂波，而正常的峰值电压应接近 12V，波峰应变化平稳。

冷却液温度传感器的电阻随冷却液温度的变化而变化，此变化经过分压电路后成为(模拟式)输入电压。此输入电压送到发动机控制单元 ECM，ECM 内部的模拟/数字转换器将其转化为可以被 ECM 使用的数字信号，ECM 通过此数字信号计算出发动机的冷却液温度，所以使用故障诊断仪 TECH2 读取 ECM 的冷却液温度为 95℃。发动机控制单元 ECM 通过 K24 脚向仪表组件传送冷却液温度，仪表组件以此确定冷却液温度表指针的偏转。当温度数据丢失，以及 PCM 或 ECM 处于不良状态时，仪表组件会使冷却液温度表指针处于最低位置。

由以上分析，结合冷却液温度表能够上升然后又回到最低位置，认为发动机控制单元出问题的可能性最大。更换发动机控制单元 ECM，起动发动机后，冷却液温度表指针能够正

常升高，确定故障排除。



图 7-12　别克凯越冷却液温度表电路



图 7-13　冷却液温度传感器波形

☆7-114　如何诊断迈腾轿车仪表灯光警告灯点亮故障?

一辆 2008 年产一汽-大众迈腾 2. 0TSI 轿车，行驶里程 4. 2 万 km。据驾驶人反映，该车

仪表上的灯光故障警告灯有时点亮(图 7-14)。



图 7-14　迈腾车点亮的灯光故障警告灯

检查分析：首先验证故障现象。正如驾驶人所述，发动机起动后约 3min，仪表上的灯光故障警告灯闪烁几次后就会常亮不熄，此时检查前照灯灯光一切正常，没有影响到前照灯功能。约起动 3 次发动机，此故障现象就会出现 1 次。

使用故障诊断仪 VAS5052A 进行检测，系统内存储多个与左前照灯有关的故障码，分别是 02233(左前照灯电源模块 J667 无信号/通信)、01042(控制单元未编码)、02656(左前照灯电源模块 J667 未编码)以及 01539(前照灯未调节,基本设定/匹配没有或不正确)，这些故障码无法清除。进一步检测发现左前照灯电源模块的编码的确不正确，正确的编码应该是 35。进行编码后，故障信息变为偶发，可以清除。

难道只是左前照灯电源模块 J667 编码错误导致的故障吗？从存储的这些故障码来看，维修人员有些怀疑。为了确定故障确实已经排除，维修人员又对相关电路进行了基本检查。参考左前照灯控制电路图(图 7-15)，通过加载检测左前照灯供电线路，SC5 熔丝加载负载为正常的 12V 电源，左前照灯 T14d/5、T14d/7 以及 T14d/14 搭铁线正常且无虚接的现象。打开前照灯开关，测量车载电源控制单元 J519 的输出脚 T11a/4、T11a/6 以及 T11a/7 为 12V 正常电源电压，分别驱动左侧气体放电灯控制单元 J343、左侧近光灯挡板 V294 以及左侧停车灯灯泡 M1。经过反复检查，前照灯系统(地址码 55)中再没有故障码出现，测试左前照灯电源模块的 CAN-H 波形正常(图 7-16)。

反复起动发动机多次并开启前照灯开关，终于发现左前照灯电源模块输出 CAN-H 和 CAN-L 的波形存在异常(图 7-17)，系统内再次出现之前的故障信息，由此可以断定是左前照灯电源模块 J667 存在偶发性数据传输故障，此偶发性故障促使仪表上的灯光故障警告灯点亮。

更换包括左前照灯电源模块 J667 在内的左前照灯总成，跟踪回访确认故障未再出现。

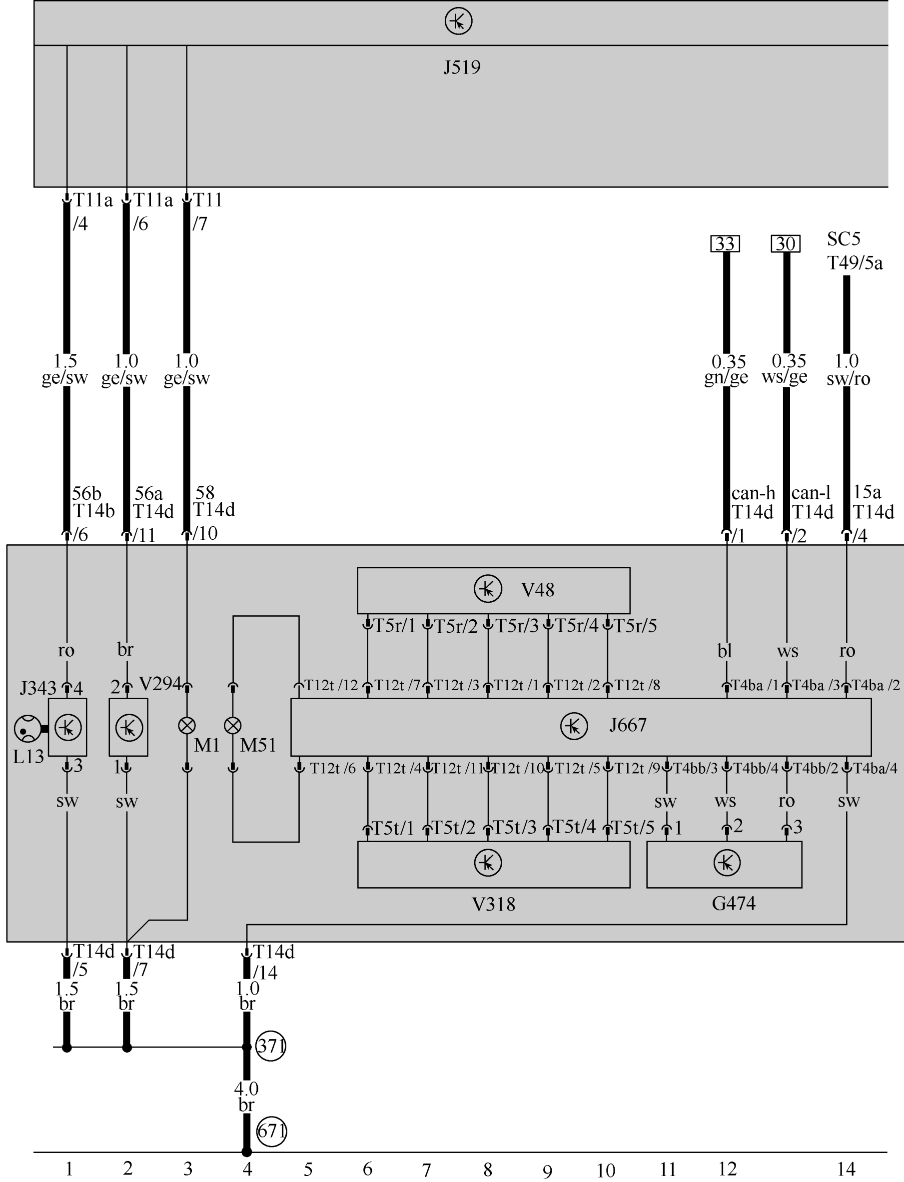


图 7-15 左前照灯控制电路图

G474—左侧转动模块位置传感器 J343—左侧气体放电灯泡控制单元 J519—车载电源控制单元 J667—左前照灯电源模块 L13—左侧气体放电灯泡 M1—左侧停车灯灯泡 M51—左侧静态随动转向灯 SC5—熔丝架 C 上的熔丝 5 V48—左侧前照灯照明距离调节装置伺服电动机 V294—左侧近光灯挡板 V318—左侧动态随动转向灯伺服电动机

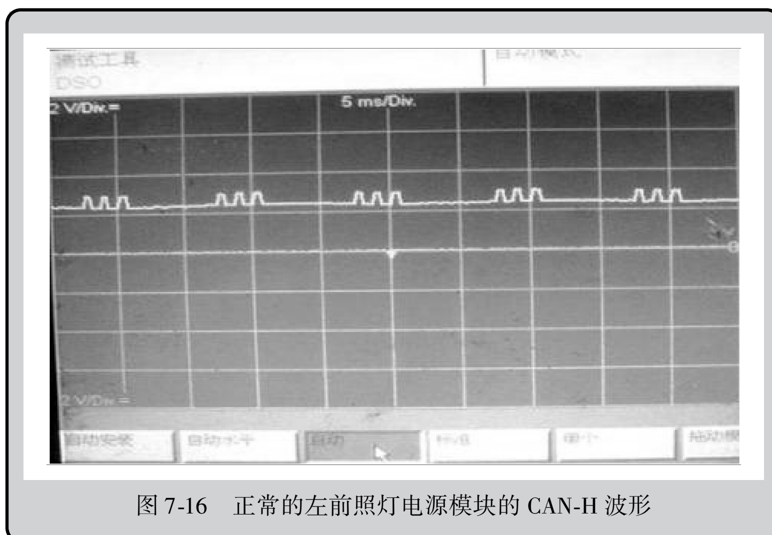


图 7-16　正常的左前照灯电源模块的 CAN-H 波形

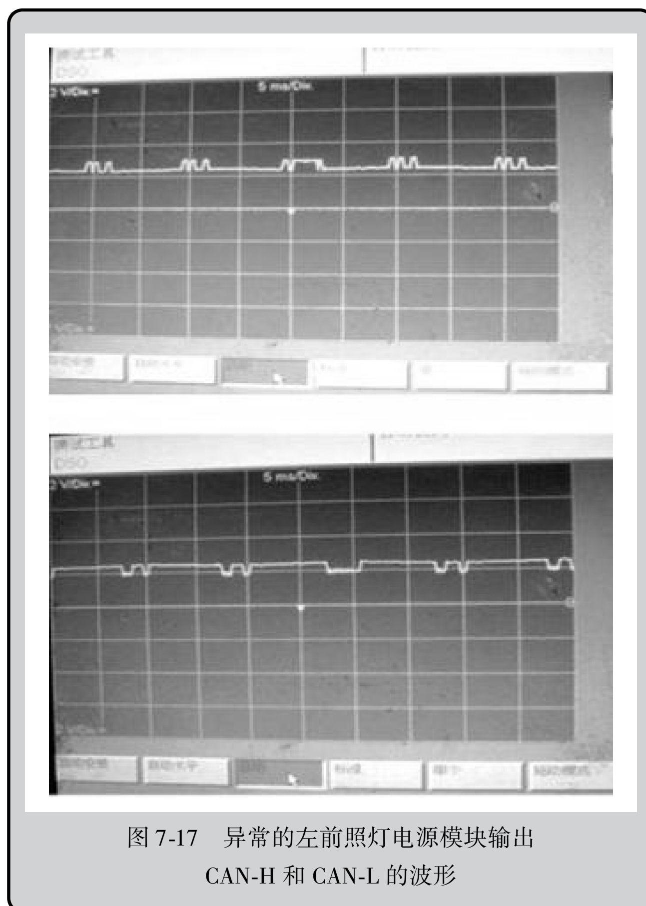


图 7-17　异常的左前照灯电源模块输出
CAN-H 和 CAN-L 的波形

▲7-115　如何排除现代御翔车车速表不工作的故障?

一辆2007年出厂的北京现代御翔2.0轿车，累计行驶约4万km，驾驶人反映车速表有时工作有时不工作，于是就直接为该车更换了车速传感器，当时试车发现车速表工作正常，于是该车就出厂了，但3天后该车再次进厂，反映上述故障依旧存在。

北京现代御翔轿车的车速传感器为霍尔式，它位于变速器上，靠近车速从动齿轮。根据该车电路图分析(图7-18)，车速传感器同时向PCM、EPS控制模块、BCM、仪表板和自动变速器控制模块等输送信号，而且车速传感器通过一个并联的短连接器将信号同时分配给各个控制模块，只要线束或任一个控制模块内部短路都会导致车速表不工作。

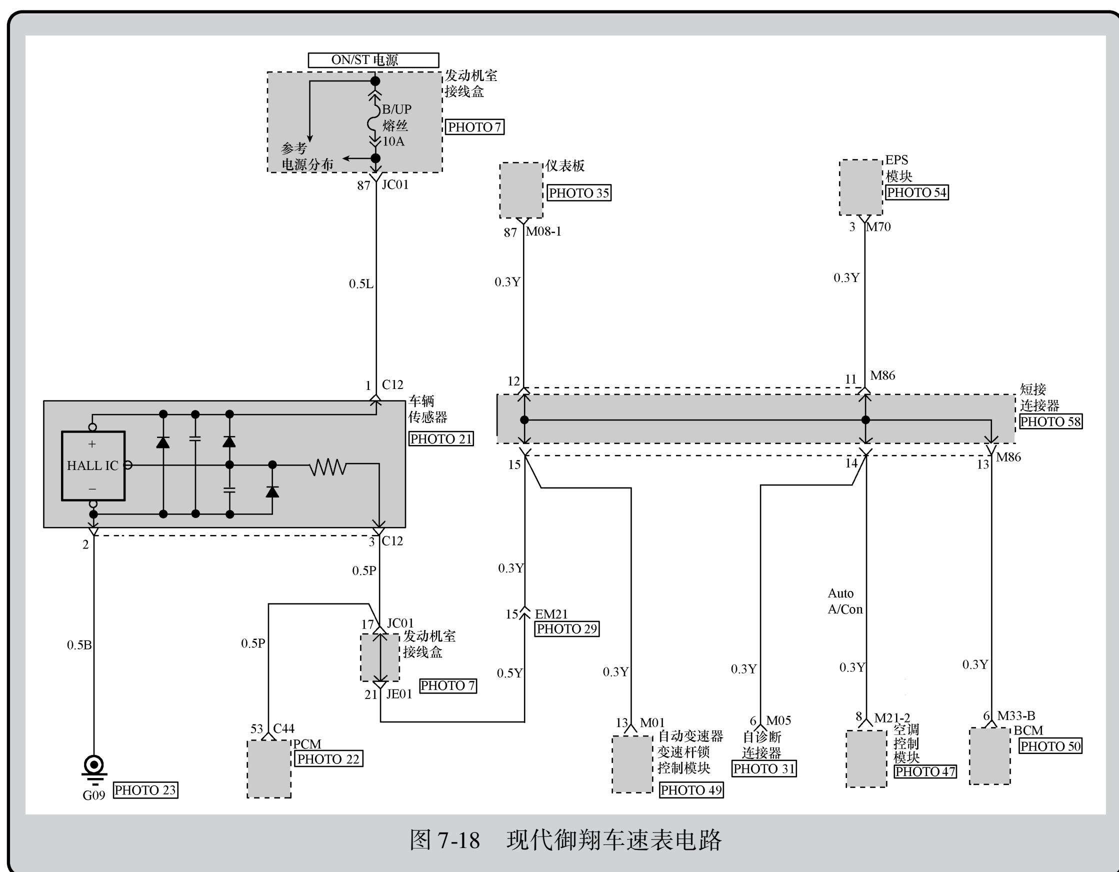


图7-18　现代御翔车速表电路

根据电路图和以上的分析结果，首先接通点火开关但不起动发动机时，检查车速传感器的输入电压、信号电压和搭铁情况。拔下车速传感器导线侧连接器，用万用表测得其端子1上的电压为蓄电池电压，端子2搭铁正常，但端子3上没有5V电压。根据部件位置图找出PHOTO 58短连接器，拔下该连接器，用万用表测量车速传感器导线侧连接器端子3和PHOTO 58短连接器的端子15间的导通情况，没有发现问题。用万用表测量PHOTO 58短连接器端子12上的电压，为5V，说明仪表输出的

5V 电压在 PHOTO 58 短连接器断开的情况下没有受到影响，接着直接找 1 根导线将 PHOTO 58 短连接器的端子 12 和端子 1 进行短接，插上车速传感器导线侧连接器，用举升机将该车升起到轮胎脱离地面，然后起动发动机试车，车速表工作正常，拔下该根短接线试车，故障依旧。根据电路图分析，完全可以排除 PCM 和自动变速器控制模块出现问题的可能。

再次拔下 PHOTO 58 短连接器，用短接导线将 PHOTO 58 短连接器上的端子 12 依次与其端子 11、端子 13 和端子 14 进行短接，并且用万用表测量各端子短接后的电压情况，当与端子 11 短接时却没有像与端子 13 和端子 14 短接后那样有 5V 电压，说明与端子 11 相对应的 EPS 控制模块或其线束出现短路或断路情况。于是拔下 EPS 控制模块导线侧连接器，用万用表测量 PHOTO 58 短连接器的端子 11 和 EPS 控制模块导线侧连接器端子 3 之间的连接情况，没有发现短路和断路情况。脱开 EPS 控制模块导线侧连接器并插上其他各导线连接器后试车，车速表工作恢复工作，插回 EPS 控制模块导线侧连接器，上述故障立即出现，由此可以说明问题就出在 EPS 控制模块上。

更换 EPS 控制模块后试车，上述故障排除，两个月后对该车驾驶人进行回访，上述故障现象没有再次出现。

北京现代御翔轿车的电控动力转向系统根据输入相关传感器信号来控制动力转向电磁阀的电流，从而控制进入转向动力油缸的油量。根据轿车行驶速度，转向作用力和液压压力是相对应的。当检测到有关电路故障或车速传感器电路断路或短路时，EPS 控制模块就以车速为 80km/h 来设定动力转向电磁阀电流值，以保证轿车行驶稳定性和安全性。所以当 EPS 控制模块出现问题时，在发动机怠速运转时转向和以前没有多大的区别，高速行驶时驾驶人更不会去考虑转向轻重的问题。

★7-116 如何排除本田雅阁车车速表和里程表不工作的故障？

一辆 2005 车出厂的广州本田雅阁 2. 3L 轿车采用自动变速器，因仪表板上的车速表和里程表不指示，经某修理厂诊断为里程表损坏，但购买一新仪表总成装上后试验，车速表和里程表依旧不显示。

接车后首先路试，车速表指针与里程表液晶计数系统均不工作，但发动机运转正常，自动变速器换档也正常。拆下仪表总成，在不拔下导线侧连接器的情况下找到车速信号输入端子(蓝/白线)，用模拟信号发生器(博安 8901 表)驱动，车速表指针显示车速，并且里程计数器也运转。将换下的仪表总成装上测试，也正常。初步判断仪表总成应无故障。故障应该发生在车速传感器或车速信号线路上。查阅资料得知，车速传感器应该为三端子霍尔式，但找遍发动机室没有找到该传感器。因为该车装有多路传输系统，也不知车速信号究竟是来自于 ABS 还是自动变速器系统。

拆下位于驾驶人侧仪表板内的多路传输控制装置检查，也没有发现异常情况。只是发现与车速信号线颜色一致的线输入到多路传输控制装置的端子 B14 上。无奈之下，重新装复好检测时拔下的导线侧连接器，接上故障检测仪，将轿车用举升机升起，读取数据流，此时发现一个值得注意的现象，在数据流里能够读取到车速信号，挂上 D 位时，车速信号数值能随节气门开度的增大而升高，这就说明已经有车速信

号进入到发动机电控单元，根本无需再去寻找所谓的车速传感器。可为什么车速表和里程表没有显示呢？试着进入自动变速器系统及制动防抱死系统，也都能读到车速信号。

重新查阅资料，在广本车发动机电控单元各端子功能的说明中发现，32 端子连接器的端子 9（与蓝/白线相连）是发送车速传感器信号，而 16 端子连接器的端子 10（与蓝色线相连）为中间轴转速传感器信号输入端子，检测的是中间转速信号。至此恍然大悟，在装有自动变速器系统的广州本田雅阁轿车中根本没有装车速传感器，而只有手动档的车型中才装有车速传感器。在自动档车型中采取的是检测自动变速器中间轴的转速，再经发动机电控单元换算出来的车速信号，再经 32 端子连接器的端子 9 输送给各系统。

从仪表板顺着车速信号线走向，一直检测到发动机电控单元 32 端子连接器的端子 9，也没有发现线束有问题。难道是发动机电控单元有问题？但其价格昂贵不便轻易更换。重新顺着发动机电控单元 32 端子连接器的端子 9 输出信号线检查线路，发现此线分别进入了仪表板、多路传输控制装置、巡航控制系统、ABS。试着依次断开上述装置中的车速信号线，发现当断开巡航控制系统中的蓝/白线时，仪表板上的车速指示正常了。至此故障点已经明确了，是在巡航控制单元上。

原来由于巡航控制单元损坏而直接影响到了车速信号的输出。此时驾驶人才反映，该车的巡航控制系统早已不能使用了，但一直没有修理。更换巡航控制单元后，恢复原车线路，装上旧的仪表总成，路试结果证明，车速表和里程表工作均恢复正常。

通过对该例故障排除，认识到维修资料在汽车维修中的重要性。随着车辆制造技术的进步，不能单凭以往的维修经验来修车，尤其随着车载网络系统的广泛应用，整车各控制单元共用一个信号，当某一系统出现故障时，应充分想到各系统之间的关联性，不能被表象所误导。

▲7-117　如何排除瑞风车车速里程表不工作的故障？

一辆 HFC6470A 瑞风车，累计行程 8.9 万 km，出现车速里程表不工作的故障。

首先将该车用举升机升起，拔下车速传感器导线侧连接器，拆下车速传感器，起动发动机并挂入前进档，查看带动车速传感器转动的输出转子是否转动，结果发现输出转子转动正常。装复车速传感器，并插上导线侧连接器，再次起动发动机，挂入前进档，测量车速传感器的电源线和搭铁线，正常，两者之间的电压为 12V。同时用万用表的交流电压档检测车速传感器信号（P）线，有交流信号输出。由此断定车速传感器工作正常，故障部位在车速传感器至车速里程表之间的线路或车速里程表上。

直接更换组合仪表，发现故障依旧。拔下组合仪表后面的导线侧连接器，测量车速传感器信号线与组合仪表对应端子间的导通性，正常。既然线路、车速里程表和车速传感器均正常，为什么车速里程表不工作呢？

找来该车的车速传感器电路图（图 7-19），发现车速传感器的信号线经过驾驶室内的 EM01 连接器后，经过 1 个接点分成 4 路，分别通向 ETACM（车身控制模块）、仪表组件、TCM（变速器控制模块）和 ECM。由于 ETACM 是车身控制模块，车身电器大多

受其控制，怀疑ETACM出现了故障，于是就更换了ETACM试车，结果车速里程表工作恢复正常。

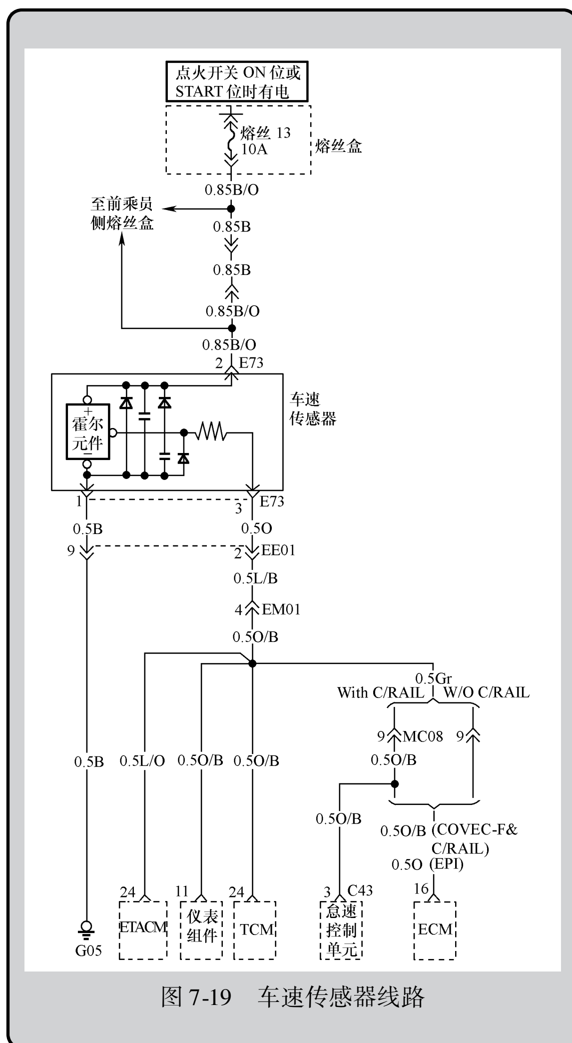


图7-19 车速传感器线路

▲7-118 如何修复别克凯越车里程表显示异常？

一辆别克凯越1.6L-手动档轿车，仪表板里程表显示FAAN.r字符，且旁边手动档车不应显示的档位字符快速闪烁，按压里程复位按钮时无反应，但仪表其他功能均正常（图7-20）。

根据此车电路图分析，故障应在仪表本身，因为车速表的指针也正常，只是里程显示出现乱码，最大可能是里程表存储芯片损坏或数据丢失，但里程表不能单独购买，只能更换整个仪表板总成。本着为驾驶人节约费用，决定对其进行修复。

拆开仪表板，用电烙铁焊下里程表芯片24C04（图7-21），然后将芯片放入普通编程器，再连接计算机，选择读数据，发现能正常读出，说明芯片并未损坏，在网上找

来同车型数据进行仔细比对，发现数据明显异常(图7-22为故障车数据，图7-23为正常车的数据)，把正常表数据写入24C04芯片，用电烙铁焊好后装回，接好电源(图7-21中14脚接负极，8脚、9脚和14脚接正极)进行通电试验，该车仪表显示恢复正常(图7-24)。



图7-20　凯越车故障时仪表的异常显示

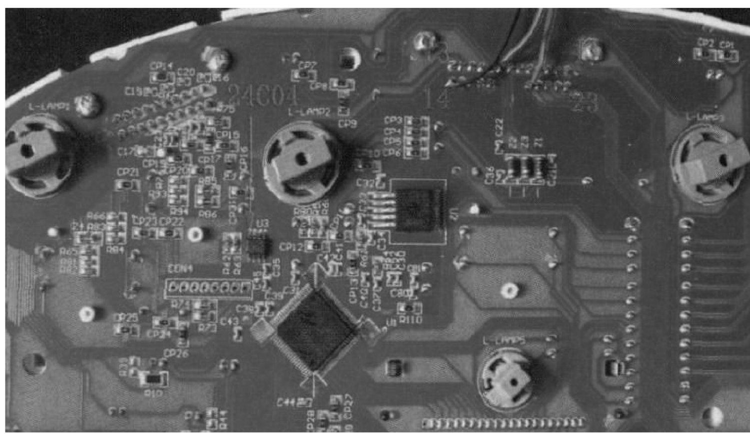


图7-21　里程表芯片位置

不更换任何配件就修复了里程表，在此之后又遇到一辆2006年的凯越自动档轿车，出现了类似的故障，用相同方法修好了里程表。两例均为里程表存储器数据异常，造成微处理器数据读写错误而显示乱码。但在正常使用情况下，一般是不会出现这种故障的，除非受到过非正常的电压或电流冲击。事后与驾驶人沟通，得知一例确为忘记断开点火开关而拆装过蓄电池而引发的。

```
0x000: 1112 3600 1112 3600 1112 3600 0000 0022  ..6...6...6...."
0x010: 1FA0 1FA0 1FA0 1FA0 1FA0 1FA0 1F00 00A0  ................
0x020: 2A00 5301 6204 7A07 8C0A 0000 0000 0000  *.S.b.z.........
0x030: 1B00 0E01 0103 BF05 8C07 0000 0000 0000  ................
0x040: CC02 6602 1402 9901 3301 0000 0000 0000  ..f.....3.......
0x050: 1200 4A01 AA01 2A03 5604 0000 0000 0000  ..J...*.V.......
0x060: CC02 B802 6602 0002 9901 3301 0000 0000  ....f.....3.....
0x070: 1B00 7200 4A01 3D02 2A03 5304 0000 00AA  ..r.J.=.*.S.....
0x080: FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF  ................
0x090: FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF  ................
0x0A0: 1FFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF  ................
0x0B0: FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF  ................
0x0C0: FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF  ................
0x0D0: FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF  ................
0x0E0: FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF  ................
0x0F0: FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF  ................
0x100: FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF  ................
0x110: FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF  ................
0x120: FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF  ................
0x130: FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF  ................
0x140: FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF  ................
0x150: FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF  ................
0x160: FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF  ................
0x170: FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF  ................
0x180: FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF  ................
0x190: FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF  ................
0x1A0: FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF  ................
```

图 7-22　故障车里程表芯片的读数

```
0x000: 1012 3600 1012 3600 1012 3600 0000 0022  ..6...6...6...."
0x010: FF19 0000 0000 0009 1600 0000 0000 0055  ...............U
0x020: 2400 5F01 5F04 7D07 8C0A 0000 0000 0000  $._._.}.........
0x030: 4B00 4101 2B03 E305 8C07 0000 0000 0000  K.A.+...........
0x040: CC02 6602 1402 9901 3301 0000 0000 0000  ..f.....3.......
0x050: 2400 4A01 AD01 2A03 3B04 0000 0000 0000  $.J...*.;.......
0x060: CC02 B802 6602 0002 9901 3301 0000 0000  ....f.....3.....
0x070: 0C00 7200 4A01 4C02 2A03 2C04 0000 00AA  ..r.J.L.*.,.....
0x080: FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF  ................
0x090: FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF  ................
0x0A0: FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF  ................
0x0B0: FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF  ................
0x0C0: FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF  ................
0x0D0: FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF  ................
0x0E0: FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF  ................
0x0F0: FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF  ................
0x100: FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF  ................
0x110: FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF  ................
0x120: FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF  ................
0x130: FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF  ................
0x140: FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF  ................
0x150: FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF  ................
0x160: FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF  ................
0x170: FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF  ................
0x180: FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF  ................
0x190: FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF  ................
0x1A0: FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF  ................
```

图 7-23　正常车里程表芯片的读数



图 7-24　修复后的仪表显示

△7-119　如何排除瑞鹰车车速里程表不工作的故障?

一辆 2008 款 HFC6500M2 瑞鹰车，因车速里程表不工作来报修。此车装配 HFC4GA3 2.0L 双顶置凸轮 16 气门电控汽油发动机，5 速手动变速器，累计行驶里程 13000km，发动机采用德尔福 MT20U2 管理系统。

路试验证发现故障现象确实存在，但其他仪表均工作正常。电子式汽车里程表不工作的可能因素有：车速里程表自身损坏，车速传感器及其线路故障，车速传感器从动齿轮或主动齿轮损坏，发动机 ECU 故障，车身控制器 BCM 故障，发动机 ECU、ABS 控制单元相关连接器或其线路故障等。

为了确认故障部位，拔下位于变速器右下侧的车速传感器 3P 连接器，用万用表对其供电线路进行了测量，其 1 号端子为 5V 信号线(至组合仪表)，2 号端子为 0V(搭铁)，3 号端子为传感器电源 12V，经测量，供电线路无异常。于是，将车用举升机托起，插入车速传感器 3P 连接器，将发动机起动着车挂入前进档，再用万用表测量车速传感器信号电压，仍为 5V，说明车速传感器无信号输出。

对于车速传感器在供电线路正常的情况下无信号输出，分析传感器及其从动齿轮损坏的概率比较高，于是将车速传感器拆下，发现车速传感器与从动齿轮是通过一卡簧直接刚性连接的。经细查，从动齿轮斜塑料齿轮并没有磨损异常，看来故障在车速传感器自身。更换一新的车速传感器，车速里程表能够正常工作，且车速信号电压经再次测量在 6～8V 之间不停变化，至此故障排除。

★7-120　如何诊断 POLO 劲取轿车仪表故障指示灯点亮故障?

一辆 2010 年款大众 POLO 劲取轿车，配备 1.4L 发动机，行驶里程 183km。起动后发动机故障灯、EPC、ABS、气囊灯就会点亮。

首先连接 VAS 5051B 查询存储故障，发现发动机系统里存储故障有 01281 P0501 004(车

速传感器“A”范围/性能)、49153 U0001 008(高速 CAN 通信总线,偶发)、50197 U0415 008、50197 U0415 002(四轮驱动离合器控制单元防抱死系统控制单元不兼容)，安全气囊系统存储故障为 01222 029(碰撞传感器,侧面安全气囊-前座乘客侧-G180 对搭铁短路)。看到这些故障后确实感觉很蹊跷，怎么 POLO 轿车都冒出四驱系统了?

该故障来站维修数次，每次清除故障后再次起动，一切正常，车辆放置较长时间后(2h 以上)再起动时，故障才会出现。按照驾驶人的描述，清除故障码后，确实一切正常，出去路试也没发现任何异常。第二天一早，起动车辆后，仪表上的故障指示灯常亮，如图 7-25 所示。



图 7-25　故障指示灯常亮

连接 VAS 5051B 检测，发现发动机系统和安全气囊系统又出现前面提到的那几个故障码。考虑到乘客侧碰撞传感器 G180 的故障码，有可能是因为元件损坏造成的，所以更换了该传感器，删除故障码后，2h 后试车，故障再次出现，鉴于只有发动机系统和气囊系统内存储有故障，所以又更换了发动机控制单元，2h 后试车故障依旧。故障维修一时陷入僵局，静下心来反复总结了一下故障的规律和特点，几个故障码每次都是同时出现，判定气囊系统和发动机系统的故障码肯定有着直接的关联，并且也出现了高速 CAN 通信总线的故障码，基本可以断定就是在线路中碰撞传感器与 CAN 的高速线短路了，但安全气囊系统不能使用万用表进行测量，无法确定短路点具体位置。经过分析判断，短路的位置一般是传感器、线路、控制单元，传感器已经更换，不予考虑。线路被挤压的概率很大，所以只好将车底和仪表台拆下，顺着线路一段段地仔细查找。检查过程中发现有一处仪表线束被出风口紧紧地压住了，满怀希望地将被压线束剥离出来，结果发现并没有发现任何破损的现象，只好继续人工查找。线路检查没有发现问题，重点集中在气囊控制单元上，拔下气囊控制单元插头，放置 2h 后试车，故障没有出现，随即更换该单元，但是打开点火开关后，故障灯再次点亮，故障码都清除不掉。进入网关查看 125-130 组数据情况，显示所有控制单元的状态都在 1、0 之间不断变化(1 为连接,0 为断开)，说明现在车辆上所有控制单元之间的通信都出现问题了，真是百思不得其解。反复检查后就剩下插头没检查了，索性把气囊控制器插头外的黄色护套拆下，翻看插头时突然发现插头的 71 脚和 74 脚之间竟然跨接着一根铜丝，如图 7-26 所示。

将该跨接的铜丝挑开去除，装复后试车，故障指示灯不再点亮。网关内的各控制单元的连接状态也稳定在 1，故障码也都能顺利清除了。随后将该车彻底装复，第 2 天再次试车，一切正常，故障彻底排除。

问题已找到，气囊控制单元插接器内右前侧面碰撞传感器的输出线伸出一根铜丝同旁边插脚内的 CAN 的高速线跨接，是制造时的质量问题所致。因为 CAN 线与碰撞传感器短路，造成 CAN 线的信号错乱，使得控制单元内出现了一些莫名其妙的故障码，对于判断故障也是一种迷惑。但不管怎么迷惑，总归是有根本故障码，此案例中的高速 CAN 线和碰撞传感

器的故障码为关键点，再根据所有故障码每次都是同时出现特性分析确定为CAN线短路所致，当然检查CAN线短路也可以通过使用示波仪读取高速CAN线的波形来判断。该维修实例中故障点的高度隐蔽性让此次维修诊断工作一波三折，这也就要求我们在以后的维修工作中更加细心细致，头脑冷静地分析问题，有条不紊才能最终解决问题。



图7-26　气囊控制器插头

▲7-121　怎样检修一汽奥迪A6L仪表板短路故障?

一辆奥迪A6L轿车，发动机排量为2.4L，行驶里程为50km(仪表新换)，报修项目是车辆在行驶过程中出现了仪表板突然冒烟，但是汽车还可以正常行驶。

由于没办法在仪表板上看到故障显示，还考虑到仪表板冒烟很有可能是短路引起的，如果贸然就外接诊断仪器去诊断还有可能引起仪器或其他元件的烧毁，这样损失就更大。所以决定先从一般检查入手。

由于仪表板上线路很多，光从外观很难判断是哪一条线路出现了问题。从原理上分析，仪表板烧损故障的可能有以下三个原因引起：外供电压过高；外供外接用电元件电路短路，外接仪表板上的电器元件电路短路导致；仪表板内部故障，自身由短路引起的冒烟。

驾驶人描述故障时说在此之前在另一个服务站换过发电机没多久，且打开点火开关仪表不会冒烟，如果着车起动仪表就会冒烟。初步怀疑是之前更换的发电机有问题，导致供电电压过高引起的，为安全起见，再次更换一台新发电机。

更换新发电机后，把新的仪表板安装上去，结果起动发动机后新的仪表也烧了，走近便闻到一股的烧焦味，拆开仪表板，发现上有烧蚀点，如图7-27所示，从仪表板处冒的烟，很可能就来自这里。将前后烧毁的仪表对比，发现冒烟烧毁的两个位置是一样的。这样就证明发电机没问题，仪表本身也不会存在故障，可见问题肯定出在连接仪表的线路上。

拆下仪表后，查找维修手册上的电路图，详细检查线路板上烧的地方是跟绿色插头T32上的第7号线脚相连的，经查仪表电路图后，这个线脚是传感器搭铁输出，表明是很多传感器的搭铁是通过这里输出的。

前面已经分析过，极有可能是外面输入电压异常导致的。联想到只有发动机起动后才有这种现象，于是再次确认故障，把旧的仪表安装上去，着车后立刻把插头拔下，这时车还没有熄火，然后按照电路图一根一根来测量各条线是否有电压输入。检查发现T32/5插脚有电压输入，而且是12V的，这应该是油箱浮子传感器的线路，正常的时候应该是只有信号电压的。其他电路检查结果显示都正常，那么就确定问题出在这根线上，而且从查找的结果来看，从仪表

到油泵插头线路通路正常。

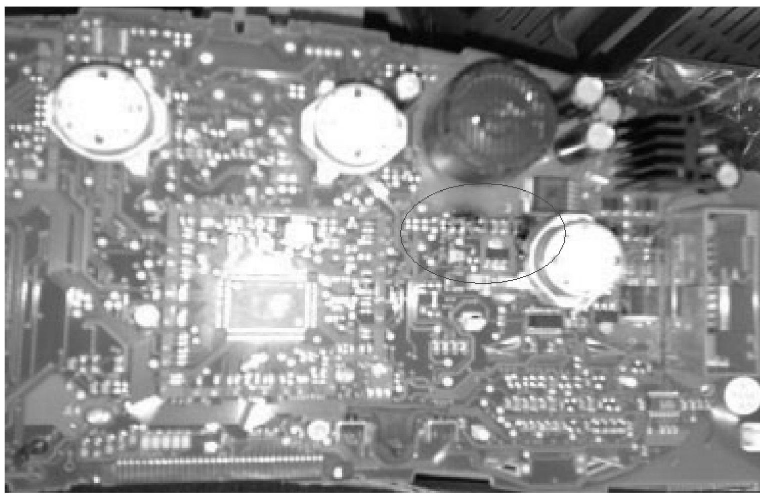


图 7-27　仪表板短路处

拆出油泵出来发现，油泵总成上的固定弹簧脱出，如图 7-28 所示，导致油泵电源线与油位传感器线路搭在一起了，造成油位传感器短路，仪表烧毁。重新安装油泵后故障排除。



图 7-28　弹簧错位图示

现代汽车电子仪表系统的故障，一般都出在外接电源、传感器、连接器、导线、个别仪表及显示器上。如果能利用本身的显示屏找到故障，或者利用电脑解码器就能找到诊断故障的具体元件那就最好，否则就要在检修时将传感器电路断开或拆下，再用检测设备对它们进行逐个检查。仪表板上线路较多较杂，受到驾驶人描述在此之前在另一个服务站换过发电机没多久的误导，就草率地更换了发电机和新的仪表，结果把新的仪表也烧了，经过这次的维修经历，意识到以后在电路维修中检查还要做得更加仔细。

☆7-122　怎样诊断雪佛兰景程燃油表始终处于最低位置的故障?

一辆 2005 款上海通用雪佛兰景程，配置 2. 0L L34 发动机、4HP16 自动变速器。行驶里程为 137894km。出现燃油表始终处于最低位置的故障。

首先确认故障现象，确如驾驶人所述。据了解，燃油箱里并不是空的，驾驶人刚加满油。根据景程燃油表控制电路图(图 7-29)，燃油液位传感器是一个滑变电阻，发动机控制

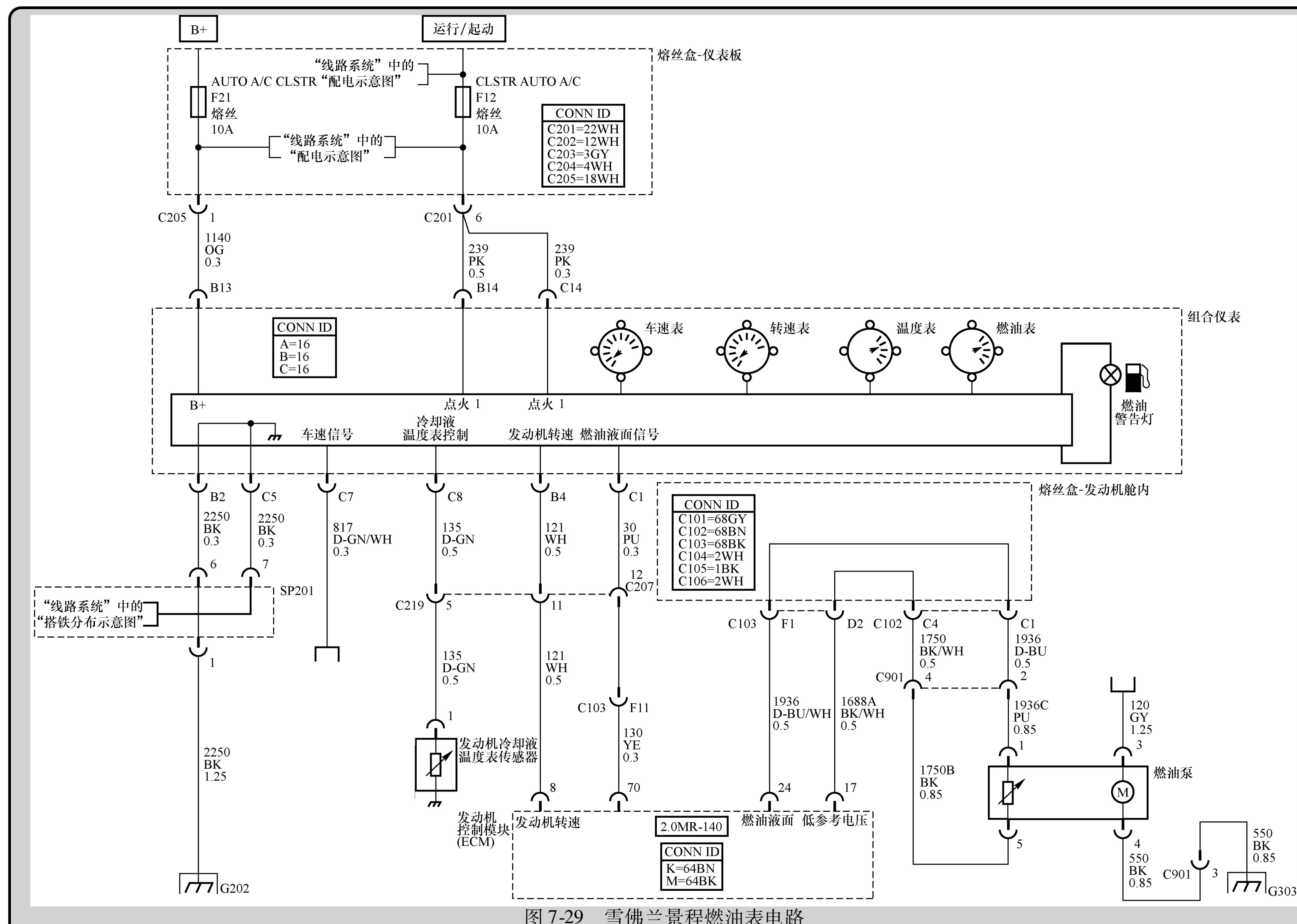


图 7-29　雪佛兰景程燃油表电路

模块 K51 脚向燃油液位传感器电路施加 5V 参考电压，K34 脚提供搭铁。当燃油液位变化时，滑动电阻随之变化，K51 号脚的电压也发生相应变化。当油箱燃油为满时，燃油液位传感器电阻值过小，发动机控制模块检测到的信号电压过高。反之，则检测到信号电压过低。组合仪表 C1 脚向发动机控制模块 K30 号脚提供频率为 128Hz、幅度为 5V 的方波信号，发动机控制模块根据 K51 号脚电压变化控制方波的占空比。组合仪表相应处理器根据 C1 脚平均电压的大小驱动燃油泵，当油面高时平均电压低，油面低时平均电压高。连接 TECH2 读取发动机控制模块的数据流，燃油液位传感器信号电压为 0.3V。将燃油泵连接器断开，依然为 0.3V。将连接器插上，晃动连接器，同时观察发动机控制模块数据流，发现燃油液位传感器信号电压有变化，最多至 4.1V。看来是连接器接触不好，处理连接器后，信号电压变为 4.1V。令人费解的是燃油表依然不动。是不是燃油表坏了？由于没有相同车型组合仪表可用于替代试验，加之组合仪表是总成件，燃油表坏的概率不太大，先不予考虑。接着应该先排除线路问题，再考虑发动机控制模块和组合仪表等总成件。根据线路图处理了组合仪表的 C103 连接器和组合仪表连接器，故障依旧。在对发动机控制模块连接器进行拆装后组合仪表恢复正常，指示液位几乎到最高位置。

★7-123 如何诊断 2010 款朗逸行驶中仪表报警灯偶尔闪烁的故障？

作为上海大众第一款自主设计研发的量产车，朗逸(Lavida)是大众全球战略中专门为满足中国消费者需求而打造的。全新一代朗逸作为朗逸的后续车型，既保持了大众品牌的优秀设计理念，又融入了更多体现当代中国本土化的设计元素。充满前瞻性的设计语言为全新朗逸注入了更多豪华气质，全面而周到的配置进一步突出了车辆的实用本质，从而更加贴近中国消费者的购车需求。

一辆 2010 款 2.0 手动上海大众朗逸，行驶里程 63120km。驾驶人反映车辆在正常行驶时，仪表中的防侧滑指示灯、安全气囊指示灯及胎压灯有时报警闪烁，而且里程表指针有时归零，重新起动后一切又恢复正常。

首先使用专用仪器 VAS5052 对各控制单元进行诊断，诊断时发现除防盗控制系统和车身控制模块(BCM)显示正常外，其他系统都存在故障：① 发动机控制系统：49153 高速 CAN 通信总线(间歇式)01281 车速传感器“A”范围/性能(静态)；② ABS 控制系统：01312 传动系数据总线损坏(间歇式)；③ 安全气囊：SC00100(12583168)高速 CAN 通信总线(间歇式)；④ 仪表控制系统：01312 传动系数据总线损坏(间歇式)；⑤ 数据总线诊断接口：01312 传动系数据总线无信号/通信(间歇式)。

根据驾驶人反映的故障现象及故障码进行分析，认为造成仪表指示灯报警的原因应该是高速 CAN 通信总线上的各控制单元之间失去通信。那是什么原因能造成各控制单元之间瞬间失去通信能力呢？其原因有以下两点：① 某个控制单元内部故障造成数据总线无法通信；② 高速 CAN 通信总线相互短路或是对正、负极短路。

对于这种偶发性故障还是排除法比较好用。首先断开安全气囊插头，再与驾驶人一同试车(据驾驶人反映前段时间一天偶尔出现一次,不过最近一天能出现好多次)，看故障

是否再现。刚开始时很正常，当行驶到超过 20km 时，里程表指针突然下滑后又慢慢恢复正常，而且防侧滑指示灯也跟着闪烁后恢复正常；使用诊断仪再次诊断又出现了如上故障码。通过这次路试可以排除气囊控制单元损坏的可能，同时还总结出该车行驶在颠簸路面出现故障的概率比平直的沥青路面要高，也就是说，车辆在受到抖动时，故障就很容易出现。

重新插回气囊控制单元插头，起动车辆，用手抖动发动机控制单元、ABS 控制单元、仪表和车身控制模块(BCM)看故障是否出现，可不管怎么抖动就是没有想要的结果。断开高速 CAN 通信总线上的控制单元，电路图如图 7-30 所示，用万用表检测高速 CAN 通信总线是否有短路和断路现象，测量结果是正常。可这并不能说明数据线就没问题，因为故障是偶发性的。为了进一步排除数据总线存在故障的可能性，所以还是用自己的眼睛检查每一段线束看是否有磨损的痕迹比较牢靠。当检查到制动踏板上边的线束时，发现有磨损的痕迹，拆开线束胶带，发现传动数据总线被磨破，造成与制动踏板支架瞬间短路，引起驾驶人反映的故障现象，重新处理后故障排除。

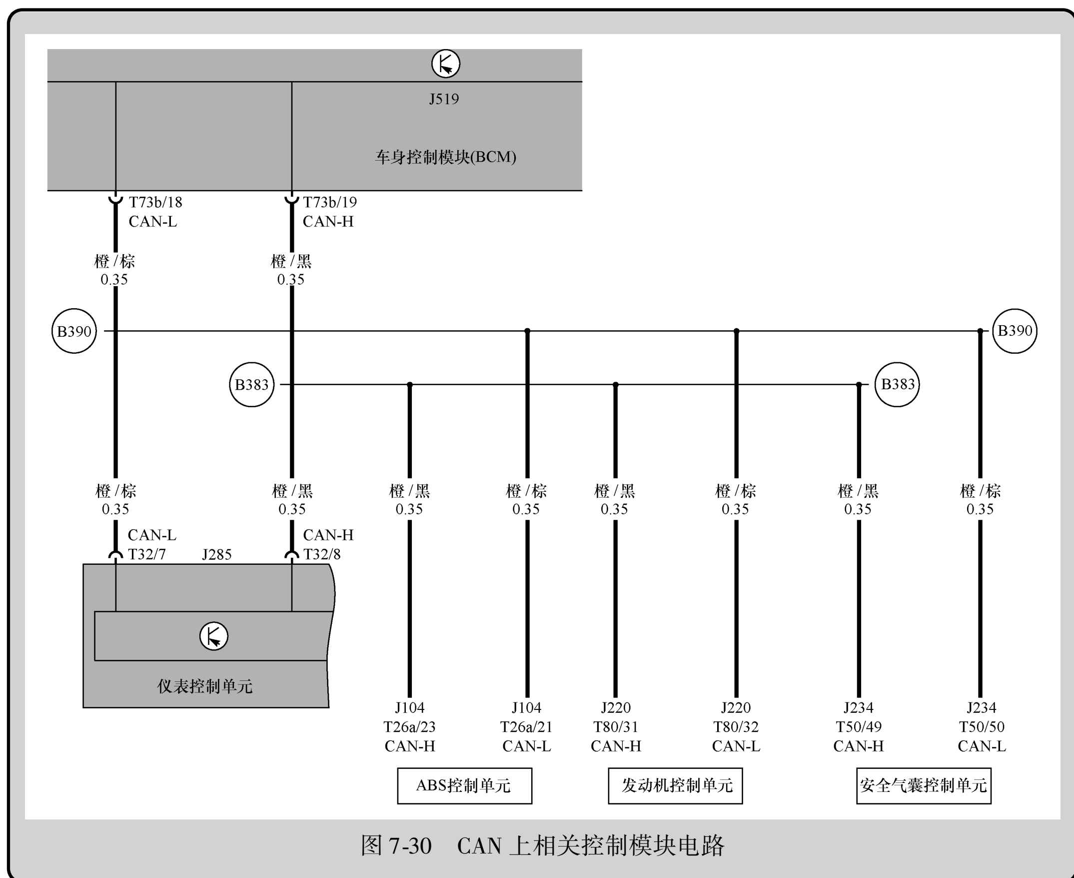


图 7-30　CAN 上相关控制模块电路

我们在诊断故障特别是偶发性故障时，一定要对现有的故障迹象进行分析，不要放过每一个细节。对于线路的检查，不只是仪器的测量，更要观察线束周围的零部件，看是否会产生相互摩擦，是否有磨损的痕迹，只有这样才能更快地解决问题。

★7-124 怎样诊断别克新君威车组合仪表显示异常的故障?

一辆 2011 款别克新君威轿车(采用 2.0L 发动机和 6 速手自一体变速器)，累计行驶里程约 3 万 km。驾驶人反映，该车行驶过程中偶尔会出现安全气囊故障灯、胎压警告灯、牵引力控制故障灯点亮，仪表指针不动、转向灯不闪烁等故障。

接车后首先试车验证故障现象，发现故障现象确如驾驶人所述。将发动机熄火后再次试验，故障现象依旧。使用 GSD 进行检测，发现 BCM 内储存有 24 个故障码。从储存那么多故障码分析，怀疑可能是车载网络出现了问题，不然没理由出现这一连串故障码。查阅该车相关线路图(图 7-31)，根据线路图分析，低速网络模块分两路进入 BCM，BCM-X2 的 22 端子有：组合仪表、收音机、空调控制模块、安全气囊控制模块和数据链路连接器。另一路由 BCM-X7 的 23 控制，控制的元件有：记忆座椅模块、座椅加热控制模块、无钥匙进入控制模块、乘客座椅感知检测模块和驻车辅助控制模块。由于故障时有时无，初步判定有两种情况：一是有网络线或模块间歇性断路故障；二是有网络线或模块间歇性对搭铁或对电源短路情况。为进一步确定故障原因，当故障再现时，将发动机熄火，并用万用表测量 BCM 的连接器 X2 的端子 22 与 J217 之间线路的电阻，为 0.3Ω，正常。再测量 BCM 的连接器 X7 与 J338 之间导线的电阻，也为 0.3Ω，正常，说明线路并没有断路的现象，看来故障可能是短路导致的。为了验证这一判断，用万用表测量数据链路连接器 DLC 端子 1(低速通信线)上的电压，为 0V，说明线路果然有短路的现象。再次询问驾驶人得知，车辆行驶在不平的颠簸路面时故障较容易出现，有时会持续几分钟。因为低速网络上的模块众多，为便于排查，缩小故障范围，将 BCM 连接器 X7 的端子 23 断开，并让轿车行驶在不平路面上试车。用万用表监测数据链路连接器 DLC 端子 1(低速通信线)上的电压，为 1.45 ~ 1.76V，正常。通过反复路试，上述故障未再出现。

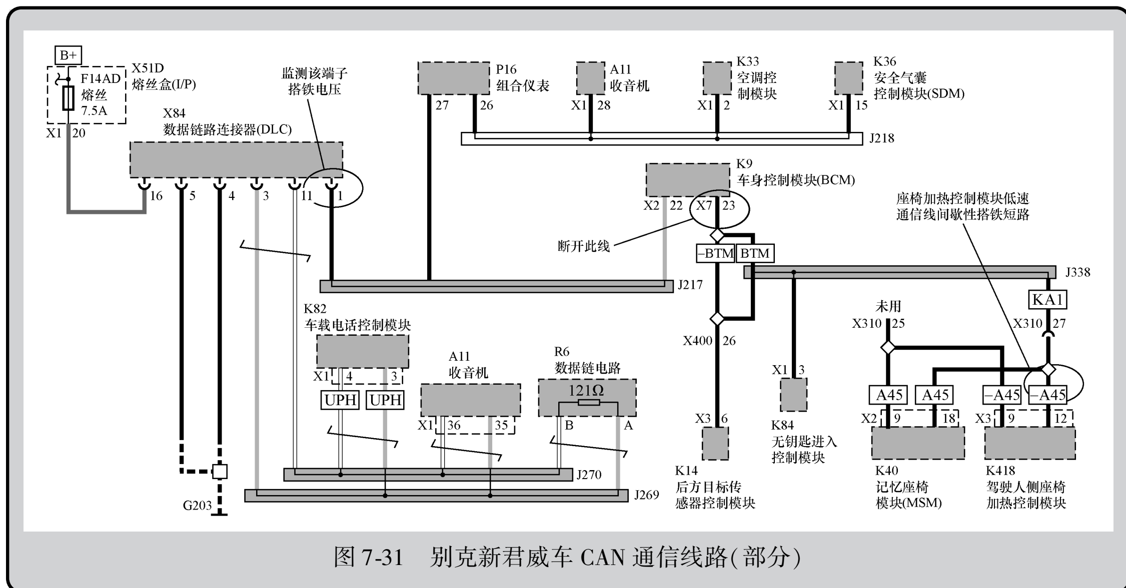


图 7-31 别克新君威车 CAN 通信线路(部分)

装回 BCM 的连接器 X7 的端子 23，继续路试，发现车辆在剧烈颠簸时电压会短时间降

至0V，同时组合仪表显示异常。此时可以确认，短路的部分肯定是在BCM的连接器X7控制下的几个模块中，因此故障确定在记忆座椅模块、座椅加热控制模块、无钥匙进入控制模块、乘客座椅感知检测模块和驻车辅助控制模块范围内。逐一断开各模块试车，故障依旧，说明各模块没有问题。

同时发现当断开左前座椅加热控制模块导线侧连接器时故障现象消失了，因此将故障基本锁定为左前座椅加热控制模块低速通信线路间歇性对搭铁短路。继续检查发现是由左前座椅加热控制模块数据线在座椅骨架上摩擦，将低速通信线绝缘层磨破，导致间歇对搭铁短路，从而导致整个低速网络电压异常，BCM误以为是故障，而把所有低速网络连接的模块确认为有故障。

修复磨破的线束后试验，上述故障现象消失，故障彻底排除。

★7-125　桑塔纳轿车冷却液温度报警灯亮故障如何排除?

桑塔纳轿车上装用的冷却液温度报警灯故障率较高，且线路复杂。排除其故障时须按一定的程序操作，才可准确、彻底、快速地排除故障。

1. 冷却液温度报警装置电路

如图7-32所示为桑塔纳轿车冷却液温度报警装置电路，冷却液温度和液面报警灯K28通过稳压器J6与15路电源相连，其冷却液温度信号取自位于发动机左侧出水管下端的冷却

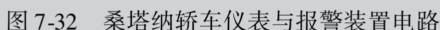


图7-32　桑塔纳轿车仪表与报警装置电路

G5—发动机转速表　F1—高压报警开关　J6—稳压器　J114—油压检测控制器　J120—液位控制器　K28—冷却液温度和液面报警灯　F66—冷却液液面传感器　K3—油压指示灯　F22—低压报警开关　G1—燃油表　G3—冷却液温度表　G2—冷却液温度传感器　G—燃油表传感器

液温度传感器G2。该传感器为负温度系数的热敏电阻，当发动机冷却液温度较低时，热敏电阻值较大，当发动机冷却液温度上升后，热敏电阻值减小。当发动机冷却液温度达到115℃左右时，报警灯K28闪光报警。当膨胀罐内冷却液液位降低至极限时，液位指示器开关F66断开，向控制器J120传送液位偏低信号，控制器接通报警灯K28电路，报警灯闪亮。桑塔纳2000型轿车报警电路在图7-32基础上作了部分改动，相应电路如图7-33所示。增加了燃油不足指示灯K51、冷却液液位指示灯K50，K28只起冷却液温度报警作用，其他符号含义参见图7-32。

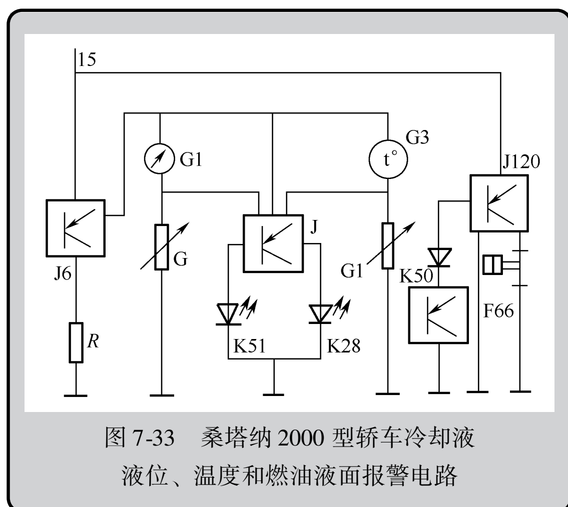


图7-33　桑塔纳2000型轿车冷却液液位、温度和燃油液面报警电路

接通点火开关后，作为性能检查，即使燃油充足、冷却液温度正常，电子控制器J仍控制燃油不足指示灯K51、冷却液温度报警灯K28闪亮数秒后熄灭。在发动机运转过程中，当冷却液温度大于110℃，冷却液温度传感器的电阻值小于规定值后，电子控制器J控制冷却液温度报警灯K28闪亮；当燃油箱内燃油量少于10L，燃油表传感器的电阻值大于规定值后，电子控制器J控制燃油不足指示灯K51闪亮；当膨胀罐上的液位开关动作时，电子控制器J120与同冷却液液位指示灯K50串联的另一个电子继电器共同控制K50点亮并闪烁。

2. 冷却液温度表报警灯亮的故障检测

冷却液温度表报警灯亮可分为**正常闪亮和非正常闪亮**。所说的**正常闪亮，是指冷却液温度表报警灯按2Hz的频率交替闪亮；而非正常闪亮，是指在不确定的情况下，冷却液温度表报警灯偶尔闪亮一次**，这种情况下往往比正常闪亮时亮度低，且冷却液温度表报警灯在未进行任何处理的情况下可自己熄灭。冷却液温度表报警灯非正常闪亮，通常是由感性负载的自感电动势引起的，其故障原因可能是喇叭内部的防干扰电容器损坏(如按喇叭按钮时冷却液温度表报警灯亮)，怠速控制电磁阀搭铁插头松动，蓄电池负极的细棕色搭铁线接触不良等，一般外观检查即可发现。

正常情况下，将点火开关闭合后，冷却液温度表报警灯自动进行约0.5min的自检，当发现故障时将延时0.5min报警且具有记忆功能，只有在断电复位的情况下，冷却液温度表报警灯才能熄灭。一般来讲，冷却液温度表报警灯闪亮说明冷却液温度可能过高或过低。在排除这两个非电路故障后，若冷却液温度表报警灯仍亮，才可认定为电路故障。这时，可按照图7-34所示的程序进行诊断。

另外值得一提的是，冷却系统应使用防冻冷却液，不能因为不是冬季冻不成冰而采用自来水作为冷却液。因为水的沸点只有100℃，而桑塔纳轿车所设计的最高冷却液温度为105℃，所以如果使用水的话会因沸腾而造成“开锅”的假象，进而引起液位下降，使冷却液温度表报警灯亮。

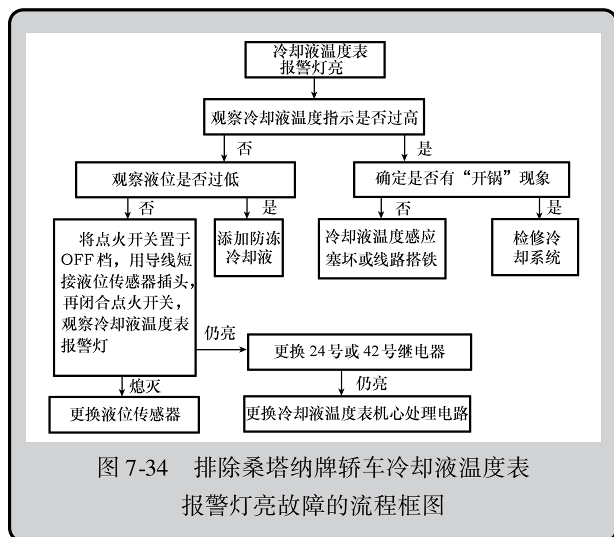


图7-34　排除桑塔纳牌轿车冷却液温度表报警灯亮故障的流程框图

7-126　电子式组合仪表的检修注意事项有哪些?

汽车电子组合仪表与一般的仪表板不同，电子组合仪表的最大特点是由微机控制，它本身及专配的逻辑印制电路板都是易损器件，而且技术含量高，价格昂贵(如奔驰轿车的组合仪表价值1万多元)。因此，在开始维修电子组合仪表之前，应当仔细研读制造厂的技术资料，严格按照操作规程进行，小心谨慎，轻柔拆装，防止因操作不当或用力过猛而损坏组合仪表或印制电路板。

1）拆装电子组合仪表总成之前，必须先断开点火开关，切断蓄电池的电源。除非有特殊的说明和要求，不得将蓄电池的全部电压加到电子仪表的任何输入端。

2）检测电子组合仪表时，最好使用备用连接器插头。不同型号汽车的电子组合仪表靠一组对应的连接器与诊断仪连接，这些连接器一般采用不同的颜色，便于快速辨认。在连接器上有闭锁凸舌，以保证可靠地连接。在测试中，将测试仪器与线束连接时，要注意防止连接器的插头和插座受损。

3）电子组合仪表一般具有自诊断功能，只要给出一定的指令(如同时按下行车电脑的两个键)，电子仪表的控制单元就能对其主显示装置和语音合成器等进行全面的检测。若使用另外的测试设备对电子组合仪表进行检查，应该先完成组合仪表总成的自检过程。

4）诊断汽车电子组合仪表的故障，应当首先进行基本检查，确认各指示灯的工作情况。如果所有的指示灯都无法正常工作，可能是中央接线盒有问题；如果只是1组或2组无法工作，则可能是该仪表本身有问题。如果个别仪表发生故障，应该首先检查其传感器与仪表板之间的线束连接情况，如无问题，再用适当的仪器检测仪表。如果电子仪表显示屏上有一两个笔画或线段不发亮，说明逻辑电路板传输了正确的信号，此时只需要更换显示板。

△7-127　不同类型电子组合仪表控制策略方面的差异有哪些?

早期生产的汽车行驶里程显示，是通过变速器的车速传感器向仪表传递脉冲信号，再由里程表显示出来。对于采用 CAN 数据总线传递信息的电控汽车，动力系统控制模块(PCM)和车身控制模块(BCM)都控制仪表的工作，其他控制模块也与仪表控制单元进行数据交换，所以这几个控制模块对电子组合仪表的工作都有影响。PCM 通过二级数据总线向仪表控制单元传送数据，再由仪表控制单元驱动仪表显示出来，例如冷却液温度传感器信号、燃油液面传感器信号以及变速器档位开关信号等都是先传递给动力系统控制模块 PCM，PCM 再通过 CAN 数据总线向仪表控制单元传送这些信号，然后由仪表控制单元驱动冷却液温度表、燃油表以及位于仪表板上的档位指示灯点亮。若发动机转速信号丢失或者 PCM 处于不良状态，则发动机转速显示为 0r/min；若燃油液面位置信号丢失，则仪表控制单元将燃油液位显示为“E”（空）；若冷却液温度信号失常，仪表控制单元将冷却液温度显示为“冷”；若 PCM 检测到无效的档位信息或者 CAN 数据总线有故障，则没有相应的档位显示。

大切诺基越野车 Jeep4700/Jeep4000 采用 PCI 总线网络通信系统(单线制)，如果仪表板上多个报警灯点亮，说明有多个电控系统存在故障，其原因可能是总线网络通信系统失效。

宝来、POLO、帕萨特 B5 以及 2000 年 6 月后生产的奥迪 A6 等轿车已经采用了第 3 代电子防盗系统，这种防盗系统的控制模块与仪表控制单元集成在一起，成为“防盗仪表控制单元”。防盗钥匙手柄内的转发器与电子仪表之间的通信是时刻存在的，一旦密码不对或者信息中断，仪表防盗控制单元将锁止发动机，使发动机无法起动。基于以上控制原理，若电子组合仪表发生故障，有可能导致发动机不能正常起动。

一辆帕萨特 B5 轿车停放一段时间后，起动发动机只维持 2s 就熄火。根据故障现象，初步判断汽车进入了防盗锁死状态，但是防盗指示灯却没有闪亮。帕萨特 B5 轿车的防盗控制模块与组合仪表集成在一起，于是使用 VAG1552 故障诊断仪进入地址码 17(仪表系统)，选择 02 功能，没有查询到故障码。考虑到防盗钥匙可能被外界磁场消磁，判定为防盗控制模块损坏。由于组合仪表不允许分解修理，于是更换组合仪表总成，故障排除。

☆7-128　更换电子组合仪表后需要进行哪些匹配操作?

1）**要使用故障诊断仪对组合仪表进行编码，否则无法使用。**在不同的国家和地区，或者相同车型但是装备不同时，电子组合仪表的编码也可能不相同。宝来轿车电子组合仪表编码见表 7-1。

表 7-1　宝来轿车电子组合仪表的编码表

发动机形式	组合仪表零件号(部分)	编码号	适用变速器形式
1.6L	1J5 920 806C	01102	手动
	1J5 820 806B	01102	自动
1.8L	1J5 920 806	01102	手动
	1JD 920 826	05102	自动

（续）

发动机形式	组合仪表零件号(部分)	编码号	适用变速器形式
1.8T	1JD 920 826	05112	手动
	1JD 920 826	05122	自动

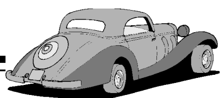
2）对燃油表进行标定，用故障诊断仪予以修正，修正量为120～136。

3）调整里程表的读数，即把旧仪表上的里程表输入新仪表。

4）调整维修周期的显示信息，包括更换机油、下次保养里程或保养天数等。

5）对防盗器进行匹配，即让防盗系统与组合仪表一体化。

对于装备大众第3代电子防盗系统的汽车，在更换组合仪表以后，发动机可能无法起动（防盗系统锁死），如果没有更换发动机ECU和钥匙，不必适配钥匙就可以直接解码，其方法是：① 连接元征X-431汽车故障诊断仪，接通点火开关；② 进入“仪表系统”，选择“系统登录”功能；③ 输入新组合仪表的密码；④ 登录成功后，选择“通道调整匹配”功能，进入“50”通道；⑤ 输入原组合仪表的密码，确认；⑥ 屏幕显示“学习值被成功保存”，确认。此时发动机就可以起动了。



第八章



空调系统维修技能

8-129　如何排除别克轿车空调系统不制冷故障?

一辆 2005 款别克 GS 轿车，累计行驶 17.2 万 km，驾驶人反映该车空调系统不制冷。

接通点火开关，接通空调控制面板上的空调开关，发现空调面板上不显示空调压缩机吸合的图标，而且鼓风机也不运转。使用 TECH2 控制空调压缩机，该压缩机电磁离合器能正常吸合。使用 THCE2 观察空调压力开关的电压值，在标准范围内。连接空调歧管压力表组测量空调系统压力，也在正常范围内，由此断定空调制冷系统自身应没有问题，问题应出在其控制部分。

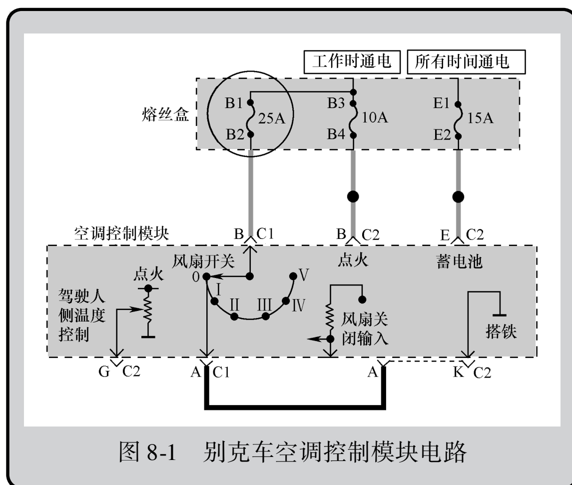


图 8-1　别克车空调控制模块电路

参照空调控制模块(HVAC)控制电路(图 8-1)，拆下空调控制面板，接通点火开关，测量 C1 端子(与橙色导线相连)上的电压，为 8V，正常应为蓄电池电压。测量仪表板右侧熔丝盒内的 B1-B2 熔丝(25A)，其上的电压也为 8V，由于该熔丝上的电源受点火开关控制，于是怀疑点火开关内部触点虚接。拆下转向柱护套，用万用表测量点火开关后部线束上的橙色导线，其上的电压为 8V，由此断定点火开关损坏。

更换点火开关后，B1-B2 熔丝上的电压变为 12V，操作空调控制面板上的各开关，工作均恢复正常。

☆8-130　如何排除宝马 745Li 空调系统不制冷故障?

宝马 7 系是宝马公司顶级的豪华轿车系列，它在 1977 年取代了“New Six”车型，是宝

马汽车的旗舰车型，而且只有轿车形式。宝马 7 系只在德国本土生产。一辆带前后独立空调的宝马 745Li，最近出现空调系统不制冷的现象。

询问驾驶人得知，由于该车空调系统不制冷，维修人员先后更换了 5 个空调压缩机；更换了前后膨胀阀；对空调系统所有的管路都进行了清洗；清洁并检查了前后蒸发器；清洁了冷凝器。想到的都换了，依然没好。一般通过高低压压力就可以基本上判断故障的所在，接上制冷剂加注机查看高低压管路的压力；同时接上 ISID 看看是否有故障码，结果没有任何故障码。起动发动机，将空调调至最冷，风量最低，观察高低压压力，发现高压正常，为 1350kPa；低压从 200kPa 慢慢降低到 0，而且一直保持在 0 的位置。正常的压力应该是，低压应在 100～200kPa 之间，高压应在 1000～1500kPa 之间。读取空调系统的数据流，发现蒸发器温度为 30℃，而正常的温度在 2～8℃之间；读取空调压缩机功率为 100%，而正常的功率一般在 84% 左右，种种现象都类似冰堵的现象。于是将发动机熄火，将空调系统重新按标准抽空加注，起动，故障依旧。

不经意发现在发动机关闭的瞬间，低压压力又回到了正常的位置，如果是空调系统里面有水造成冰堵的话，不可能在瞬间压力又恢复正常。根据经验，可能是由于前后电磁阀堵了造成的，对于很多宝马车，如果低压为零，高压正常的话，很多都是由于电磁阀的原因造成的，将前后电磁阀阀芯取掉，并对空调系统重新抽空加氟，故障现象没有变。又将前、后膨胀阀（为 H 形膨胀阀）换成原厂配件，故障还是没有解决。重新分析该车空调系统的结构，因为该车是前后独立空调，制冷剂走向如图 8-2 所示。

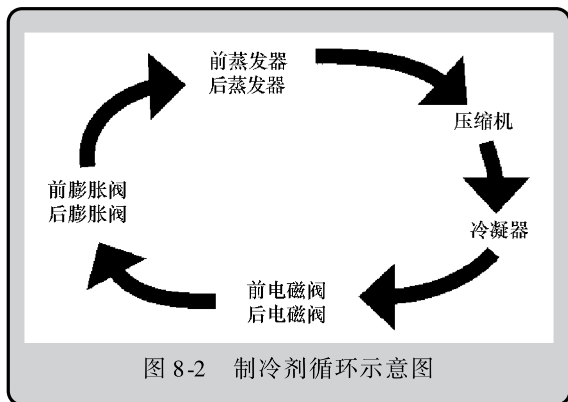


图 8-2　制冷剂循环示意图

因为前后独立，所以试想只开前空调，再查看空调压力怎么样，或只开后空调，看空调压力怎么样。如果只开前空调，故障没有出现的话，那么就是后空调造成的；如果只开后空调，而故障现象没有出现的话，那么就是前空调引起的，反之是由于后空调造成的；如果不管开前还是后，故障都出现的话，那么就是前后空调的公共部分造成的。依据这个思路试验，结果不管单独开前空调还是后空调，故障现象都出现，那么也就是说问题是在它们的公共部分了，即冷凝器、高压管路、低压管路和压缩机这四者之一了。仔细对这四个部件进行观察，从外表上看不出任何的异常。高压正常表明从压缩机出来一直到进入电磁阀这些部件都正常。因为我们已经排除了前后空调的部件引起的，而低压不正常，就有可能是低压管或者压缩机了，也就是说，要么是压缩机坏了，要么是低压管堵了。通过驾驶人了解到在外面已经换过压缩机了，所以着重检查低压管，将低压管从防火墙处断开，用嘴去吹，发现吹起一点都不费力，为了保险起见，还是用压缩空气吹吹，依然没有从里面吹出什么来，而且吹着都很顺畅。难道真的判断有误，于是找出低压管资料，其结构如图 8-3

所示。

如果内部弹性体有损坏，但没脱落，从压缩机端吹正常，如果从另一端吹就可能出现故障。恰好同事手上有一辆 745Li 的事故车，于是就将该车的低压管换到这辆车上，又抽空加氟，起动后高低压压力都正常了，制冷也正常了。读取蒸发器温度为 5℃。说明故障就是低压管路造成的，为了彻底找到原因，就将低压管路划开，发现有一段内部弹性体与尼龙套脱开了，挡住了一半的低压管路通道。更换低压管，故障排除。

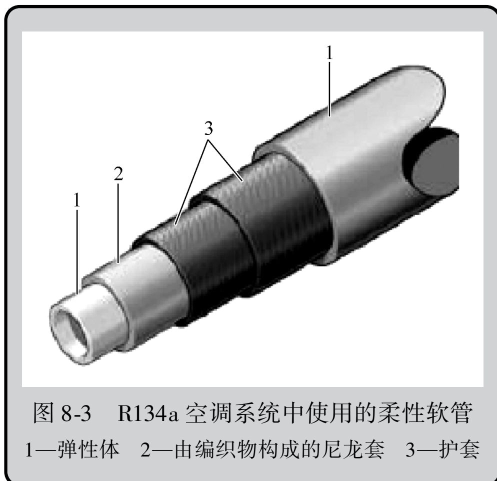


图 8-3　R134a 空调系统中使用的柔性软管
1—弹性体　2—由编织物构成的尼龙套　3—护套

▲8-131　如何排除别克新世纪轿车冷却液温度过高故障?

一辆别克新世纪轿车，行驶里程 8 万 km，其故障现象为冷却液温度过高，冷却液温度表指针指示到红色区域。从发动机舱整体来看，此车应该是一辆刚竣工的事故车。因为在接修此车时冷却液温度已经接近红区，发动机已经过热，所以先关闭了发动机。

首先用专用检测仪 Tech2 驱动冷却风扇，以便观察左、右侧风扇的高、低速运转是否正常，结果发现右侧风扇旋转正常，但左侧风扇不论高速、低速均有时转有时不转。为了检验左侧风扇电动机是否有故障，给左侧风扇直接供 12V 电压和负极搭铁线，结果风扇运转正常，因此排除了风扇电动机故障的可能性，把故障锁定在左侧风扇电路上。

该车冷却风扇控制电路如图 8-4 所示。由电路图可以明显看出，当 PCM 控制“低速风扇控制”线搭铁时，两个风扇电动机串联连接，实现风扇的低速运转；而 PCM 同时控制“低速风扇控制”线和“高速风扇控制”线搭铁时，两个风扇电动机并联连接，实现风扇的高速运转。

用 Tech2 驱动冷却风扇高速旋转，测量左侧风扇插头两端的电压，在 2 ~ 5V 之间变化不定，测量右侧风扇的电压为 12V。检查风扇线束与车身线束的连接插头，发现 C105 处的灰色线与浅蓝色线端子已严重烧蚀，插座塑料件也已熔化变形。用两根粗导线不经过 C105 插头直接短接浅蓝色线和灰色线，风扇转速略有升高，但故障仍不能排除。此时测量左侧风扇两端的电压略有升高，变为 7 ~ 9V。由此看来，线路的其他部分肯定还存在故障。

用 Tech2 驱动冷却风扇高速运转，同时用万用表测量插头 C105 发动机线束侧的浅蓝色线与搭铁之间的电压，为 12V，灰色线与搭铁之间的电压为 9V，说明灰色线 532 电路搭铁不良。更换继电器 9 无效后，拆下继电器盒，从背面拆下插头，发现 C11 端子严重烧蚀，继电器盒及相应插脚已变形，灰色线的线皮被烧熔。打磨、清理并固定继电器盒背面的插座和端子后装复，用 Tech2 驱动冷却风扇运转，左侧风扇高速时的运转情况正常，但冷却液温度仍然很高。

再次对冷却风扇进行仔细检查，发现左侧风扇转速虽然正常，但风量不大，并且此风扇不是朝着发动机的方向吹风，而是朝着散热器的方向吹风。再仔细观察风扇的旋转方向，发

现两个风扇朝一个方向旋转。至此，故障的根本原因才真正找到，肯定是风扇电动机的两根线在某处被接反了。为了保证风扇起动、运转平稳，厂家在设计时使两个冷却风扇的旋转方向相反(风向相同)。

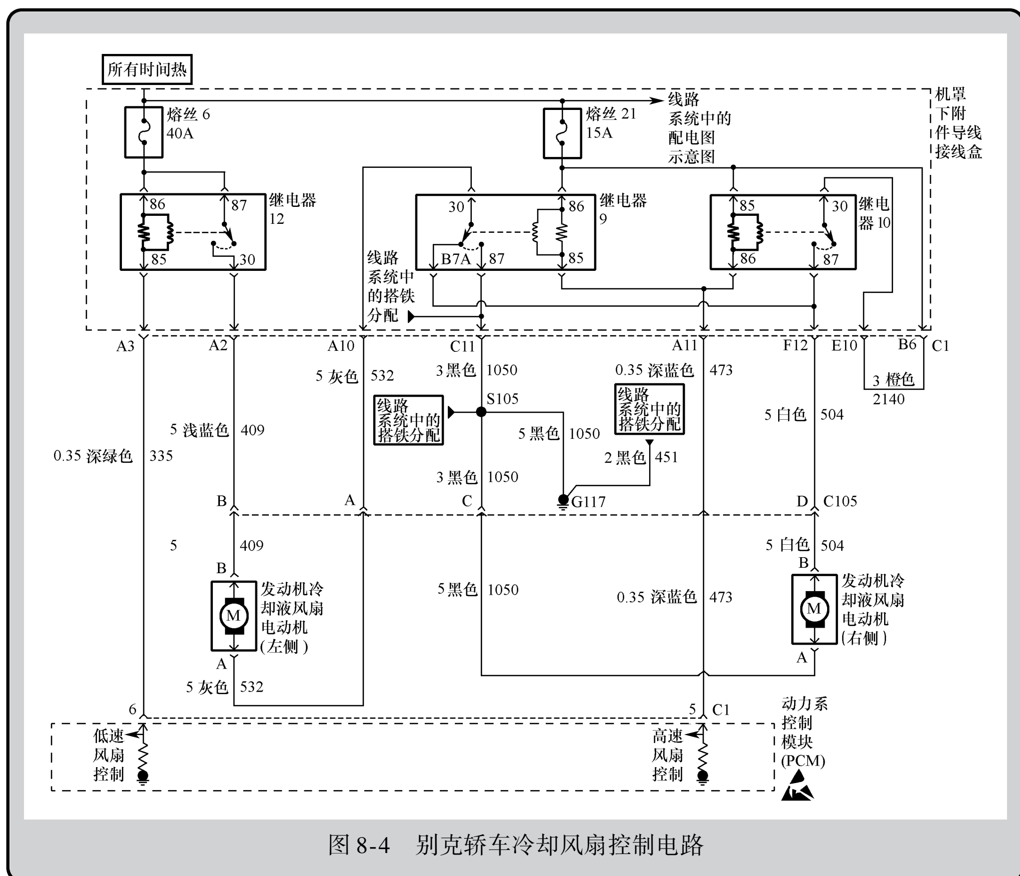


图 8-4　别克轿车冷却风扇控制电路

进一步检查线路，发现冷却风扇线束中有灰色线与浅蓝色线被切断后又重新焊接起来的痕迹，对调这两根线后试车，故障排除。分析导线被接反的原因，可能是这两根线被切断后再连接时，由于导线褪色不易区分，维修人员便根据右侧风扇的旋转方向连接了左侧风扇的线束，这样恰好接反了，造成左侧风扇反转，向前吹风，使得风扇的运转阻力增大，电流增大，并由此烧损了 C105 和 C11 插接件。

8-132　如何利用三种简单方法判断空调系统的故障?

(1) 听声法　传动带过松会出现滑动异响或尖叫声，这时制冷效率降低；压缩机固定螺栓和托架安装螺栓松动时，会发出抖动声；排气阀门损伤、运动件磨损或松动、压缩机离合器打滑及冷冻机油不足时，会出现机械噪声。当接通空调开关、压缩机开始工作时，发动机声音会稍增大，此为正常。

(2) 观察法　观察膨胀阀出口至空调压缩机之间的软管，正常情况下，该软管表面应潮湿或有水珠，但不应有结霜现象，通常结霜后马上就会化掉，用肉眼能看见的只是化霜后

所滴的水珠；观察干燥器罐上的玻璃窗，观察前应使发动机低速运转、温度调节旋钮置于最大冷却档、排气风扇高速运转5min以上，然后依据玻璃窗内制冷剂的流动状态来判断制冷剂量的多少。制冷剂适量时，表现为透明液体，提高或降低发动机转速时出现少量气泡；制冷剂不足时，表现为经常能看见气泡流动，而且制冷剂呈乳白色混浊状；制冷剂很少时，表现为什么也看不见；制冷剂过量时，表现为看不见气泡；制冷剂中混入空气时，表现为能看见大的气泡。制冷剂有很强的渗透性，而且里面或多或少含有冷冻机油，因此，凡渗漏处便会有少许油迹。

（3）触摸法　用手触摸压缩机吸入阀和排气阀，正常情况下，二者应有明显的温差，而且吸入阀较凉，排气阀较热；用手触摸冷凝器进入管（上部）和排出管（下部），正常情况下，进入管较排出管热；用手触摸干燥过滤器的前、后管道，正常情况下，二者温度应一致；用手触摸膨胀阀的前、后部分，正常情况下，二者应有明显的温度差，且前面热、后面凉。冷凝器输出管至膨胀阀输入口之间为制冷中温、高压区，所有管道和部件温度应均匀一致。

▲8-133　如何排除奥迪A6轿车空调系统制冷效果差故障?

一辆行驶了2.5万km的奥迪A6轿车，其空调系统运行时，压缩机工作2～3min电磁离合器就分离，再过4～5min后，电磁离合器又接合，并且制冷效果极差，但出风口的风量正常。

首先进行常规检测，用万用表测量电磁离合器线圈电阻为3.4Ω，用外接12V电源强行使压缩机工作，同时用歧管压力表测量高、低压侧的压力，测量结果高压侧压力为1513kPa，低压侧压力为186kPa，均正常。检查恒温器也正常。上述检测项目均正常，说明制冷系统中的直接控制元件无故障。接下来，在压缩机运行过程中测量离合器刚分离时发动机冷却液的温度，测量结果冷却液温度为110℃。检查冷却液温度传感器，发现冷却液温度传感器失灵。更换新的冷却液温度传感器后，故障现象消失。

空调压缩机断续工作，通常是由制冷系统直接控制元件故障引发的，因此在分析排除故障过程中，忽视了发动机冷却液温度及其传感器对制冷系统的影响。在本例故障中，奥迪A6轿车发动机冷却液温度超过120℃或冷却液温度传感器失灵报警时，空调电控单元会使空调自动停止工作，待冷却液温度为115℃时，压缩机又会重新恢复工作，从而造成该车空调制冷效果差的故障现象。

☆8-134　如何排除奥迪A6L空调系统不制冷故障?

奥迪A6（Audi A6）是一款由奥迪公司生产的豪华汽车，有轿车和旅行车两种车型。新奥迪A6L是一汽大众公司在德国新奥迪A6的基础上开发出的车系，是奥迪A6的换代产品。该车于2005年6月16日上市。奥迪A6L就是相对于德国原装的版本在轴距上要加长10cm，这个字母L是贴在车的型号后边，轴距加长了，那驾驶室就变大了，舒适度就加强。一辆2006款奥迪A6L轿车，累计行驶9.8万km，最近出现空调系统不制冷的现象。

初步试车发现，接通空调制冷开关后仪表台出风口吹出的是自然风。打开发动机室盖，接上空调歧管压力表，发现低、高压侧制冷剂压力均是700kPa，看来系统压力满足了空调

开启的条件。再次接通空调制冷开关，发现空调歧管压力表表针不动，显然空调制冷系统没有工作，此时冷却风扇也不转。用 VAS5053 进入 08（空调系统）进行检测，读取故障码，显示为 00256——制冷剂压力/温度传感器（G395）无信号/通信。读取空调系统数据流，如图 8-5 所示。



图 8-5　VAS5053 的空调系统数据流显示界面

从数据流的 001 组的第 1 区可以看出，空调压缩机的确没有工作，怀疑是空调控制单元（J255）接收不到空调制冷剂压力/温度信号，而不允许控制调节阀（N280）工作；002 组数据中，其中第 1 区数据显示的是当前空调压缩机关闭的有效条件，第 2 区显示的是上一次空调压缩机关闭的条件，第 3 区是倒数第 2 次空调压缩机关闭的条件，第 4 区是倒数第 3 次空调压缩机关闭的条件，此组数据不会因任何因素而改变，以方便于查询故障原因。从第 1 区显示的数值 13，查询资料得知，其含义是空调压缩机关闭是由于来自制冷剂压力/温度传感器（G395）的信号故障，和故障存储器的故障码含义相同，于是将冷凝器上的制冷剂压力/温度传感器的导线侧连接器拔下，发现里面的端子上有绿色的氧化物。

将制冷剂压力/温度传感器导线连接器端子认真处理后插上试机，空调系统工作恢复正常。

▲8-135　如何排除捷达轿车空调系统不工作故障？

一辆 2006 款捷达轿车，配备 GIF-3BJG 型发动机，该车空调压缩机不工作。空调压缩机不工作的原因主要有三种：① 制冷系统内缺少或无制冷剂；② 压缩机本体损坏；③ 压缩机吸合电控系统故障。

通过高压充注阀放出少量气液体，证实为 R134a 制冷剂。测量高、低压压力均正常，

因而排除了缺少或无制冷剂的可能性。拔下空调压缩机电磁离合器插头，测量怠速时开空调状态下的电压，结果无电压输出，说明故障在空调电控系统上。2004 款以后的捷达轿车均采用新的空调电控系统，减少了空调继电器线束的布置，更多地借助了电脑的控制功能。

由发动机空调控制系统电路图(图 8-6)可知，电脑 J220 接收各传感器的信号并进行分析处理后，输出相应的信号电压，传递至空调继电器 J293。

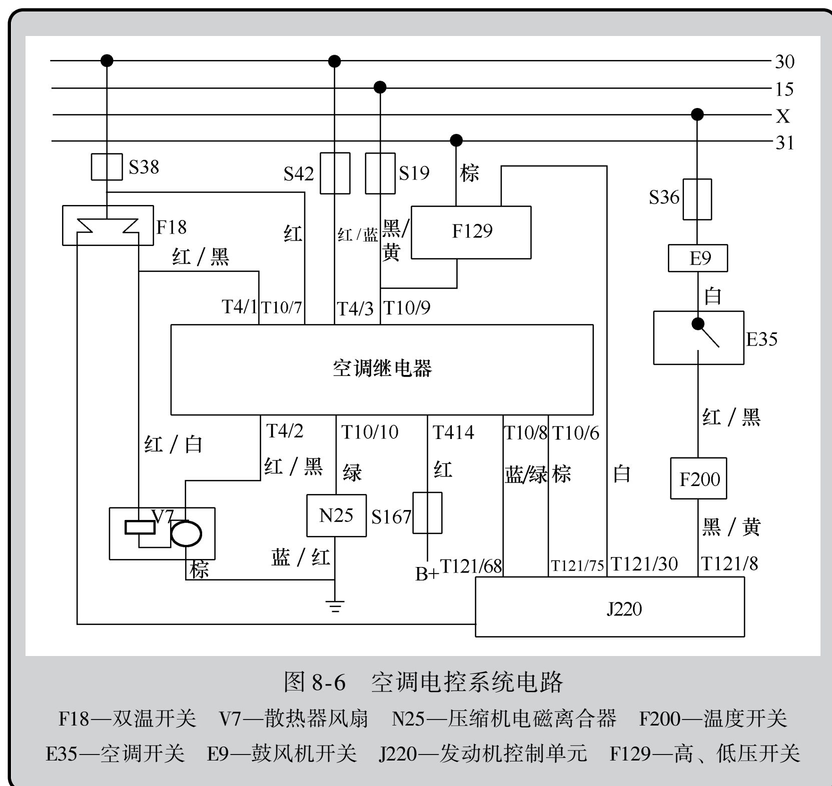


图 8-6　空调电控系统电路

F18—双温开关　V7—散热器风扇　N25—压缩机电磁离合器　F200—温度开关

E35—空调开关　E9—鼓风机开关　J220—发动机控制单元　F129—高、低压开关

值得注意的是，J220 是通过搭铁来控制压缩机电磁离合器吸合的，搭铁信号同时也控制空调低速运转，这一点与 2004 款以前车型的电控系统线路有所不同。根据维修经验和先简后繁的原则，首先测量给 J220 传递信号的外部温度开关 F200 的线路。拔下 F200 的插头，测得红/黑色线端在打开空调开关时的电压为 12V。再测量给 J220 传递信号的第二条线路。拔下高、低压开关，测量其供电和搭铁，均正常，静态时高、低压开关的输出电压为 2. 2V。经以上初步检查，各传感器线路正常。

卸下冷却液罐，拆下空调继电器 J293，用插针法同时对其控制压缩机的信号输出端 T10/10(绿色线)和来自电脑 J220 的信号输入端 T10/8(蓝/绿色线)的供电状况进行检查。在怠速时打开空调开关，测量输入端 T10/8 的电压为 14V(发电机电压)，风扇低速起动时电压下降为 0. 2V，但此时空调继电器的压缩机信号输出端 T10/10 无电压输出。

检测结果表明，各传感器控制线路正常，空调继电器已获知电脑发出的压缩机吸合的指令，但指令不能输出，显然是空调继电器内部电路或继电器外部的供电/搭铁线路出现故障。检查空调继电器各供电线，T4/4(红色线,4. 0)由 S167 供电，正常；T4/3(红色线,2. 5)由 S42 供电，正常；T10/7(红色线,1. 0)由 S38 供电，正常；T10/9(黑/黄色线,0. 5)由 S19 供

电，也正常。上述检查说明空调继电器损坏。

更换空调继电器(零件号:L1GD919506 C)，压缩机工作恢复正常，故障排除。

△8-136　如何排除 2010 款途安空调系统不制热的故障?

途安(Touran)是 2003 年诞生在大众 PQ35 平台上的新车，为进入国内市场，上海大众为其专门打造了 MPS(多功能轿车)的新概念。虽然与 SMPV 的叫法不同，但它们都是诞生在轿车平台上的多功能车型，既具备轿车的舒适性，又有 MPV 的多功能性。途安(Touran)的名称来自于“Tour”(旅行)与“－an”(代表多用途)的组合，意寓它是一款强调舒适旅行(Tour)的多用途(－an)车辆。

一辆 2010 款途安多用途车，驾驶人报修空调无热风。接车后，尽管把温度设置到最高位(即图 8-7 中左侧开关上标有 26 的完全制热档位)，但从中间出风口出来的风始终与室温(当时外界温度为 18℃)差不多。检查发现温度调节阀门(由 V68 温度调节阀门电动机带动)始终停留在把热源关死的位置上，更换该电动机也不见好转。解码器上的故障信息显示控制单元 J301 有问题。于是更换了 J301 半自动空调控制单元，经引导性功能选择基本设定之后，温度调节阀门开始随设置温度高低而有所变化。该车行驶一天后又返回，驾驶人还是抱怨中间出风口温度不热，但脚部出风口热风正常。这说明热源无问题。问题在哪里呢？现在解码器里不再存在故障码，查看风道中掌控气流通行的各个机械阀门(图 8-7 中右侧开关的 4 个位置)控制都非常到位。原来，温度调节阀门在风速开关(图 8-7 中间那个开关)接通工作档位后，很快由中间位置(当时设置温度在 22 位置上)转向关闭热源位置，仅留一丝空隙。热风出来少，冷热风掺和升温就很难进行。当风速开关回到 0 位，温度调节阀门也慢慢

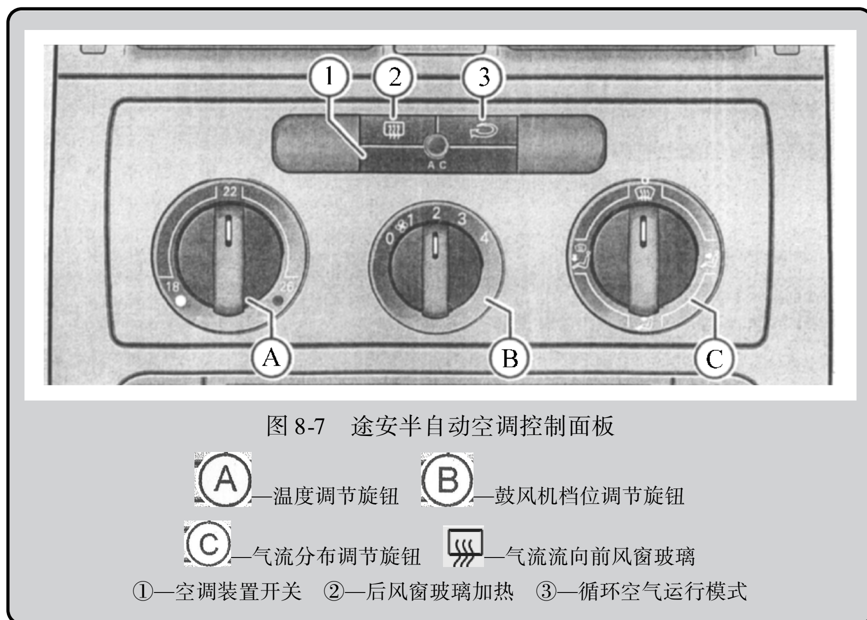


图 8-7　途安半自动空调控制面板

Ⓐ—温度调节旋钮　Ⓑ—鼓风机档位调节旋钮

Ⓒ—气流分布调节旋钮　[图标]—气流流向前风窗玻璃

①—空调装置开关　②—后风窗玻璃加热　③—循环空气运行模式

回到原来位置。它似乎在随风速开关而动。至此，只得求教数据流。通过选择 08-08-005，在 1 区看到中部出风口温度传感器 G191(在仪表板左侧风道中)反映的温度值为 71℃，而实

测风口温度才 20℃。这里明显存在着一个不争的事实：温度传感器 G191 不能真实反映实情。

把不能代表中部出风口真实温度的 G191 换成从好车上拆下来的 G191，温度调节阀门不再随风速开关启用而有明显的转动。在设置温度旋钮再次指向 26 位置后，中部和两侧出风口的温度很快就达到了 42℃。

位于仪表板空调通道内的中部温度传感器 G191，它在解码器中所显示的温度数值，是空调控制单元在进行冷热调制时是否达到出风口目标温度的一个感知信号。在半自动和自动空调里，决定着空调工作后，温度调节阀门定向后的动作，也是该阀门是否继续需要进行微调的依据。空调无论制冷制热，如果控制单元收到了当前风道中这个感知的温度信号，且信号值和由控制单元为该通道中风门所在位置设定的目标值一致的话，系统将把温度调节阀门在此时的位置上稳定下来，也就是说，此时我们遇到的情况却完全不同，和中间出风口同出一路的左侧出风口处的温度传感器 G191，由于性能不良，在受到鼓风电动机送来的热风后，其阻值变化背离规定范围下降（G191 为 NTC 电阻），J301 控制单元便收到了一个 71℃ 温度骤升信息。系统不仅知道该风口目标值已经达到，而且超越很多。依照系统设置的工作特性，即目标值和实际值之间差别过大，系统会相应校正温度调节阀门的位置**（注：除出风口温度传感器外，设置温度、车内温度日光传感器等信号一旦发生变化时，也都可以改变温度调节阀门的位置）**，因此，空调控制单元就命令温度调节阀门立即关闭热源输出，以降低继续出来的风流温度。在得不到热源送来的热量后，中部和两侧出风口温度自然就无法提升。由于本车温度传感器 G191 阻值降得太离谱，故障也就特别明显，结果就发生了本例开头提到的屡屡不能升温的故障。

▲8-137　如何排除奥德赛车空调系统间歇不制冷的故障?

一辆 2005 款本田奥德赛车，累计行驶里程 13 万 km，最近出现空调间歇不制冷的情况。

据驾驶人反映，上述故障不易再现，只有在高速公路连续行驶 100km 以上时才有可能出现空调不制冷的现象，故障出现时出风口无风吹出，空调低压管结霜，但可以听到鼓风机运转的声音，如果继续行驶约 15min 空调又会制冷；曾在空调不制冷时查看制冷系统，发现空调低压管结霜较多，停车几分钟结霜融化后，起动发动机接通空调制冷开关则制冷效果良好，假如该车不高速行驶则制冷正常，原地长时间开空调，也不会出现上述故障。驾驶人还反映，上述故障近期才出现，原来有制冷效果不好、制冷剂不足的故障，添加制冷剂后，制冷效果很好，但是在一次执行长途任务途中发现空调有时会不制冷。

根据以上情况，首先对空调系统压力进行检测，低压压力为 0.22MPa，高压压力为 1.8MPa；将发动机转速提高到 2000r/min，高低压压力分别为 2.5MPa 和 0.14MPa，压力基本正常。由此分析认为，产生该故障的原因有：一是制冷剂中有水分；二是蒸发器温度传感器不良。于是将该制冷剂全部排出，抽真空后重新加注品质良好的制冷剂 950g（标准量），把冷凝器和散热器外部用水冲洗干净后到高速公路上试车，并用电子温度计测中央出风口温度，最低温度达 29℃，连续行驶 106km 后，上述故障出现了，这说明故障原因不是制冷剂造成的。此时打开发动机罩，发现空调压缩机电磁离合器仍处于吸合状态。由此分析认为，该车空调间歇不制冷的原因是空调压缩机长时间连续工作所致的（空调压缩机不停机）。

空调压缩机电磁离合器的工作与冷却液温度、空调系统压力开关、蒸发器温度传感器和发动机转速有关。由该车的故障症状，感觉是蒸发器温度传感器不良，于是换上一个空调系统运行正常的同型车的蒸发器温度传感器试车，故障依旧，通过分析其控制原理，决定测量该传感器的电阻，由其电阻随温度变化的曲线图可以看出 30℃时为 1200Ω 左右，0℃时 4800Ω 左右，3℃时 4000Ω 左右。于是在该传感器的线路上串接了 650Ω 的电阻后试车，一般道路出风口最低温度是 6.5 ~ 7.4℃，在高速公路上试车了 120km，未见故障出现，交车后电话回访驾驶人，空调制冷正常，上述故障排除。

△8-138　如何排除三菱戈蓝空调系统制冷效果差的故障?

戈蓝(galant)是三菱和东南合作后推出的第二款车，也是东南汽车迄今为止第一款中级车，由此不难看出东南汽车对它所寄予的厚望。“galant”源自法文，意指“华丽的”“有勇气的”，而且兼有“千锤百炼”的意思。东南推出的第九代戈蓝不仅延续了前八代的高科技配置、优异的操控性能和大气尊贵的气质、出色的安全性能更是一脉相承，而且采用了三菱最先进的安全科技成果，表现尤为抢眼。

一辆 2007 款三菱戈蓝轿车，VIN 码为 LDLN47FB770009153，行驶里程 8 万 km。空调压缩机离合器吸合、跳开频率过高，且制冷效果差。

起动发动机，发动机怠速运行，将空调温度设定至最低值(温度 18℃)，风量开至最大，如图 8-8 所示。开启空调，5min 后怠速时(900r/min 左右)，测得高压压力为 1.45MPa，低压压力为 0.19MPa，此时测出风口温度 14.9℃(环境温度 35℃)。随后将发动机转速提高至 1500r/min，测得高压压力为 1.51MPa，低压压力为 0.15MPa，此时测出风口温度下降至 12℃。随后压缩机离合器跳开，约 15s 后又重新吸合，这种状况在踩加速踏板时始终反复重现。发动机怠速运转(900r/min)，约 15min 后，测得高压压力为 1.47MPa，低压压力为 0.15MPa，测量出风口温度为 13.5℃(环境温度为 35℃)。此时压缩机离合器约每间隔 8s 左右就反复吸跳，再踩加速踏板至 1500r/min，压缩机离合器吸跳更为频繁。



图 8-8　三菱戈蓝自动空调控制面板

压缩机离合器吸跳，一般是驾驶室内温度已达设定温度，或是蒸发器表面温度已接近结

霜及高低压力异常(防止空调系统压力过高)所致。但是根据现场实测，其驾驶室内温度为27℃，所以排除已达设定温度而跳开；另外高压压力1.47MPa，低压压力0.15MPa，也属于正常压力范围，所以压力异常引起反复跳开的原因也应予排除。基本认定可能有：一是因滤网过脏引起蒸发器进风量过小，吸热量不够，使蒸发器表面温度迅速下降，接近结霜温度，通过蒸发器温度传感器给空调ECU过低的温度信号，空调ECU控制压缩机离合器跳开。二是因蒸发器表面过脏，使蒸发器不能很好吸入足够热量进行良好冷热交换，而使蒸发器表面温度迅速下降导致空调异常。

结合上述现象分析，首先检查空调滤网并更换(发现滤网已几乎完全被堵塞)；且对蒸发器表面进行全面清洗后(蒸发器表面管道及吸热片积满灰尘)，试车故障现象彻底消除。另外，此时测定怠速时高压压力仍为1.47MPa，低压压力0.16MPa，测量出风口温度为6.7℃；踩加速踏板至1500r/min时，高压压力略有上升为1.51MPa，低压压力为0.12MPa，测量出风口温度为4.1℃，一切正常。

★8-139　如何排除奥迪A8车接通空调系统后左前出风口吹出热风故障?

一辆排量为3.0L的A8 D3轿车，接通空调后行驶一段时间，左前出风口不定时吹出热风，但其他出风口正常，重新起动后故障现象基本消失。

该车空调系统采用4区控制，驾驶人和乘员都可以将车内的温度调节到他们各自期望的温度。该功能的实现与各区出风口的温度传感器(反馈信号)和各区的空调翻板伺服电动机(执行元件)有关。用VAS5051读故障码，空调控制单元内无故障码。

根据原理分析，只是单个出风口温度不一样，很可能是以下两个原因造成：一是左侧伺服电动机(V158)有时调节失灵；左侧出风口温度传感器(G150)信号有时错误。检查V158，排除了其出现故障的可能。接着检测左侧出风口的温度传感器的信号值。把4个区的空调温度设为22℃，并将空调设在AUTO档，用VAS5051读数据流，结果发现017数据块中温度传感器的信号值有差别，左侧出风口温度传感器(G150)的显示值在12℃不变，右侧出风口温度传感器(G151)的显示值是21℃，中间出风口温度传感器(G191)的显示值是23℃。

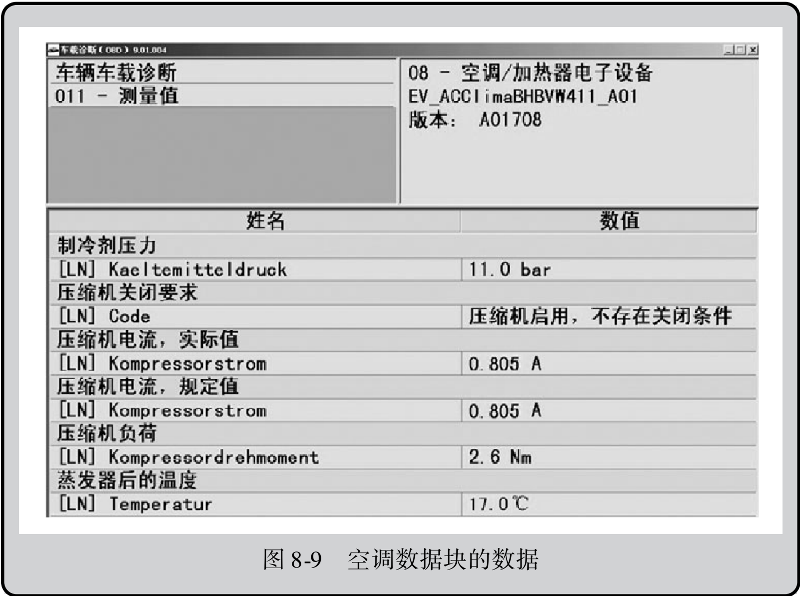
根据数据块的显示，2区和3区的温度传感器的信号值显示属于正常，都接近空调开关的设定值。1区显示的左侧出风口温度显示值，是12℃，明显偏低。该信号传给空调控制单元后，空调控制单元认为该出风口的温度调节过低，就会调节V158，让左侧的出风口温度升高，于是左侧出风口便吹出热风，而实际上左侧出风口的温度并不高。更换左侧出风口温度传感器(G150)，完毕后试车，故障排除。

▲8-140　如何诊断新帕萨特空调系统偶尔不制冷故障?

一辆2011年9月出厂的新帕萨特NMS，配备CGM发动机，累计行驶里程61486km，驾驶人报修该车有时候空调不凉，尤其是在低速行驶状态下无冷风吹出。

首先同驾驶人一起试车，打开空调开关，风速设定为中速，温度设定为18℃，在发动机转速1500~2000r/min的情况下，该车空调吹出来的风接近自然风，确认故障存在。

连接 VAS5051B 对空调系统进行检测，该车无故障码，读取空调数据块，数据如图 8-9 所示。通过数据发现几个问题：① 蒸发器温度偏高，并且压缩机需要的转矩偏低；② 压缩机目前的工作电流在 0. 8A 左右(正常车辆压缩机在全负荷工作时工作电流为 0. 8A,并且随着车厢温度逐渐下降,空调控制单元会逐渐减小压缩机电流,从而降低输出功率)；③ 此时蒸发器温度为 17℃，而压缩机电流已调节到最大值。



车载诊断（OBD）9.01.004

车辆车载诊断
011 - 测量值

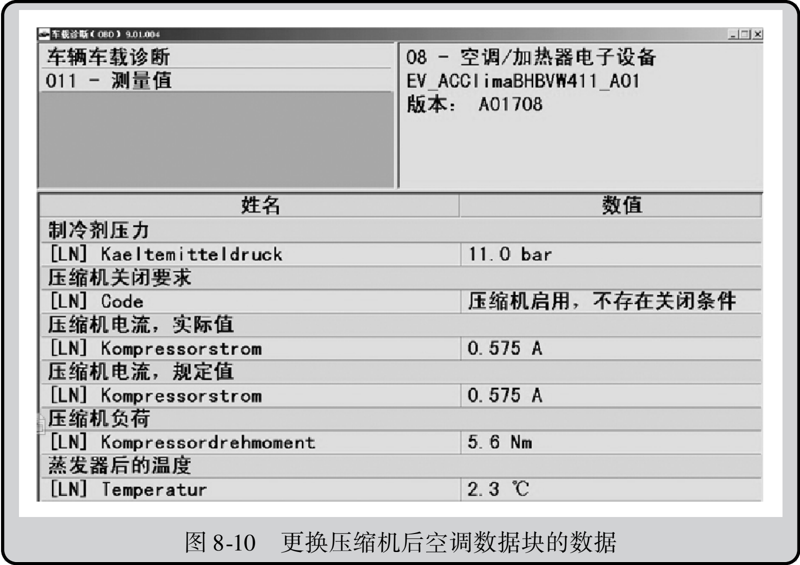
08 - 空调/加热器电子设备
EV_ACClimaBHBVW411_A01
版本： A01708

姓名	数值
制冷剂压力	
[LN] Kaeltemitteldruck	11.0 bar
压缩机关闭要求	
[LN] Code	压缩机启用，不存在关闭条件
压缩机电流，实际值	
[LN] Kompressorstrom	0.805 A
压缩机电流，规定值	
[LN] Kompressorstrom	0.805 A
压缩机负荷	
[LN] Kompressordrehmoment	2.6 Nm
蒸发器后的温度	
[LN] Temperatur	17.0℃

图 8-9　空调数据块的数据

由以上可分析出空调控制单元判断制冷功率不足，因此以大功率输出制冷，但压缩机所需转矩为 2. 6N · m(正常车辆应该在 5 ~ 7N · m)。也就是说，空调控制单元要压缩机 100%满负荷工作，但压缩机实际只需要不到 50% 转矩，说明可能是压缩机电磁阀 N280 或压缩机内活塞等机构有故障，导致输出功率不足，空调制冷效果不好。

由于无单独的 N280 供货，所以更换压缩机总成。更换压缩机后数据如图 8-10 所示，对



车载诊断（OBD）9.01.004

车辆车载诊断
011 - 测量值

08 - 空调/加热器电子设备
EV_ACClimaBHBVW411_A01
版本： A01708

姓名	数值
制冷剂压力	
[LN] Kaeltemitteldruck	11.0 bar
压缩机关闭要求	
[LN] Code	压缩机启用，不存在关闭条件
压缩机电流，实际值	
[LN] Kompressorstrom	0.575 A
压缩机电流，规定值	
[LN] Kompressorstrom	0.575 A
压缩机负荷	
[LN] Kompressordrehmoment	5.6 Nm
蒸发器后的温度	
[LN] Temperatur	2.3 ℃

图 8-10　更换压缩机后空调数据块的数据

比更换压缩机前的数据可以看出，怠速时压缩机工作电流下降到 0.575A，压缩机转矩提升了 1 倍多，而蒸发器温度降至 2.3℃。出风口温度 5℃，路试 10km，制冷效果始终良好，故障排除。

因新帕萨特采用的压缩机为变排量压缩机，取消了传统的电磁离合器，并且控制电路采用占空比控制，所以在维修过程中使用传统的诊断方法显然已经不适用了。只有通过对数据块各个数据的对比与分析，才能找出故障所在。

★8-141　如何诊断帕萨特 1.9L TDI 柴油车空调系统不制热的故障？

一辆 2009 款帕萨特 1.9L TDI 柴油车，搭载 BPZ 发动机，出现空调不制热的故障。

经检查发现，无论停车或行驶，无论低速或高速，仪表板上各出风口均无暖风吹出。观察仪表板，显示冷却液温度正常。打开发动机室盖，发现冷却风扇工作正常，而膨胀罐液位偏低。接通 A/C 开关，仪表板上的各出风口均有冷风吹出，而一将温度调节开关调到制热档，冷风即被屏蔽，转而吹出自然风，无暖风吹出，这说明各风门及其控制机构均能正常工作。既然冷却液温度和各风门均正常，于是推断空调热交换器有故障或其相关冷却液循环管路堵塞。

用手触摸空调热交换器的冷却液进口管和出口管，发现冷却液进口管有点热但不烫。而冷却液出口管一点也不热，由此推断空调热交换器内部存在堵塞。更换空调热交换器后试车，依旧无法制热。此时拆下空调热交换器的冷却液进口管，惊讶地发现此管内并没有冷却液，由此确定该车空调不制热是由空调热交换器无冷却液供应所致。接着仔细检查空调热交换器的冷却液进口管，并未发现堵塞。经分析，推断造成空调热交换器无冷却液供应的可能原因有：冷却液循环系统内有空气；水泵工作不良，使冷却液循环系统内的冷却液压力偏低；节温器工作不良，使冷却液循环工作受到妨碍。一般来说，只要发动机存在上述某一种故障，发动机冷却液温度就会偏高，但该车冷却液温度却正常，看来该车的故障有些特别。

首先检查冷却液压力。打开膨胀罐盖，发现有一股水蒸气喷出，且水蒸气的量明显比正常车的多，反复操作 3 次，每次都是如此，这说明冷却液循环系统内蓄压过快。接下来依次更换了水泵和节温器，但故障依旧。考虑到膨胀罐液位偏低，再加上冷却液循环系统内蓄压过快，推断气缸与气缸体上的水道可能相通。打开气缸盖，发现气缸盖和气缸体的接合平面完全吻合，而仔细检查气缸垫，发现气缸垫在第 2 缸处有一条小小的缝隙，并且这条缝隙使第 2 缸与其附近气缸体上的水道相通，至此故障原因变得清晰。更换气缸垫后试车。空调系统恢复制热功能，故障排除。

气缸与气缸体上的水道相通，当活塞在进气行程时，会有部分冷却液经过气缸垫上的缝隙被吸入气缸，而当活塞在其他行程时，有压力的混合气或废气会经过气缸垫上的缝隙把冷却液推向冷却液循环系统内压力较低的地方，直至压力平衡。随着活塞工作行程的往复循环，在一定程度上就扰乱了冷却液的正常循环，从而使冷却液的流速、流量及流向发生相应变化。影响的程度，取决于气缸垫上的缝隙大小及涉及的气缸数量，严重时会使冷却液温度升高，冷却液循环系统内蓄压过快，甚至发动机无法工作。由于该车气缸垫上的缝隙很小且只涉及第 2 缸，因此仅造成冷却液循环系统内蓄压过快，以及空调热交换器无冷却液供应。

结合该车冷却液循环系统管路示意图(图8-11)，气缸垫上缝隙的存在，使从气缸体上的水道流出的冷却液的流量变小，流速变缓，以致冷却液在经过三通接头时被较粗的下位冷却液管所短路，冷却液不再经过较细的上位冷却液管流向空调热交换器，从而造成发动机冷却液循环仍可正常进行，但空调无法制热。

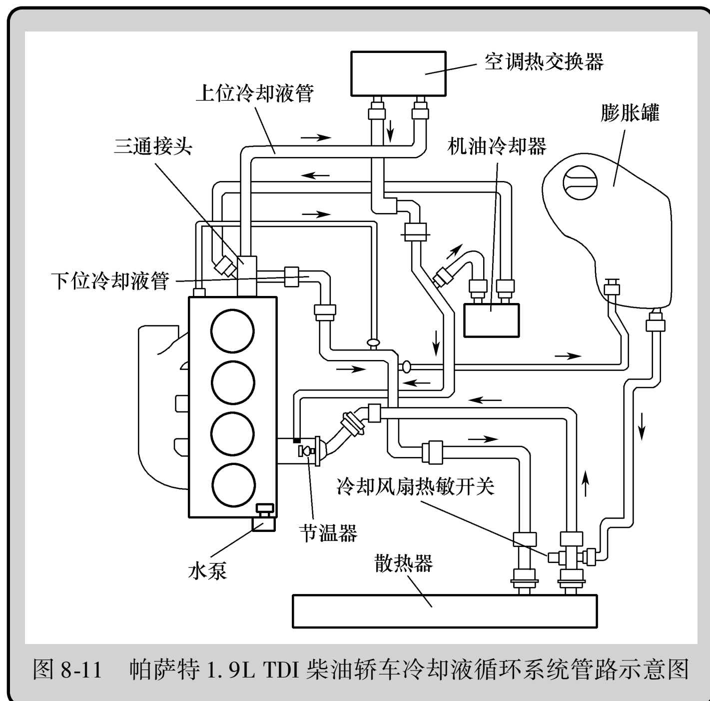


图8-11 帕萨特1.9L TDI柴油轿车冷却液循环系统管路示意图

★8-142 如何排除宝马X5空调系统工作不正常故障？

一辆2003年产宝马E53 X5 SUV，装备M62型发动机。据驾驶人反映，将该车的空调设定为暖风，大约半小时后仍然没有暖风吹出，此故障不是经常出现。

首先着车怠速运转，打开空调暖风后可以正常工作，20min后故障现象也没有出现。连接宝马专用故障诊断仪GT1，查看空调系统没有故障信息存储，读取数据流也没有发现问题。

该车装备有自动恒温空调系统(IHKA)，下面我们先简要了解空调系统的主要组成部件。

1）车内温度传感器：用于强制通风的传感器，带有强制通风风扇(图8-12)，安装在空调控制面板内，该传感器测量由集成式强制通风风扇在车舱内吸取的空气的温度。

2）光照传感器：安装在仪表板中部，探测外部存在的可能影响车内温度的光线或热源(如太阳光)，该传感器只在空调自动模式下激活。

3）车内自动循环控制传感器：安装在集风罩的上部，测量风扇侧面下降气流，识别发动机的HC、CO以及NO_x等有害物质的排放。

4）雾气传感器：可以在空调自动模式下测量车舱内部和风窗玻璃内侧的空气相对湿

度，它在雾气凝结到风窗玻璃之前自动识别可能的雾气。

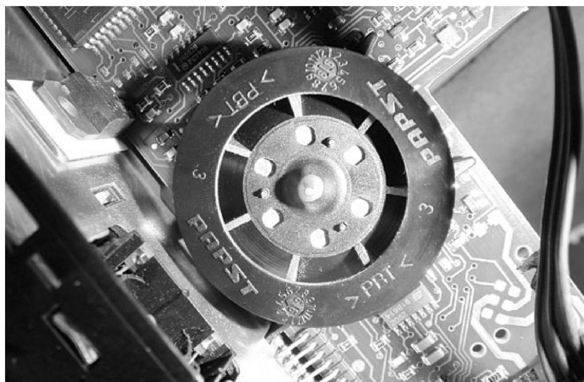


图 8-12　车内温度传感器的强制通风风扇

5）制冷剂压力传感器：安装在冷凝器和蒸发器之间的高压管路上。当系统压力过高时，空调控制单元根据传感器信号关闭压缩机。

6）空调系统控制单元：与空调操作面板组成一个部件。

通过以上说明，对该车的空调系统有简单了解，接下来进行故障的检修。起动发动机，打开暖风并将温度设定为 20℃，大约 20min 后出风口开始吹出自然风。读取数据流，车内温度传感器测量值显示 20℃，但感觉这个数值高于车内的实际温度。拆下空调控制面板，观察车内温度传感器的强制通风风扇不转，用手轻敲风扇，风扇就开始转动了，此时出风口又吹出热风了，看来故障点找到了。由于强制通风风扇不能单独更换，于是只能更换空调控制单元总成(图8-13)。更换后，空调恢复正常工作。


图 8-13　空调控制单元总成的外形

由于车内温度控制是通过空调系统控制单元实现的，这种控制是以乘员设置的目标温度标准值和车内温度传感器上测量的车内温度实际值为基础，调节的是这两者之间的差值。所以当强制通风风扇不运转后，车内温度传感器测量的温度值就不是驾驶舱内实际的温度值，而是控制面板内部的温度。控制面板内部有许多电子元件，工作时会散发出很多热量，这就导致控制面板内部的温度高于车舱内的实际温度，空调系统控制单元根据此时的车内温度传感器信号进行控制，就会导致出风口不吹暖风。

▲8-143　如何排除 2009 款别克君越空调系统不制冷故障？

一辆 2009 款 2. 4L 别克君越，最近出现空调不制冷的故障。验证故障现象，空调面板显

示当前室外温度 28℃，按下制冷键空调面板显示“A/C 开启”，调节鼓风机转速、出风模式均正常，出风口出自然风，打开发动机盖，发现高压管不热，低压管不凉。

该车空调系统采用的是无电磁离合器压缩机，通过压缩机内部的电磁阀调节制冷量，使用专用诊断仪 GDS + MDI 进入空调系统看到如图 8-14 所示空调压缩机控制数据。从图 8-14 可以看出，压缩机的控制指令已经正常输出，但压力传感器显示 616kPa，说明循环系统压力低，原因可能是系统制冷剂不足或压缩机性能故障。关闭空调，通过诊断仪看到系统高压达 350kPa，通过系统压力数据进一步说明压缩机控制系统正常，但循环系统制冷剂不足。连接压力表发现高低端压力双低，如图 8-15 所示，确定系统制冷剂不足。

数据显示屏 退出
DTC显示屏
诊断数据显示屏
空调许可数据 选择参数
□显示监控列表 添加到监控列表中 从监控列表中移除 选择列
全部参数

名称	数值	单元
空调压缩机离合器抑制原因	已允许	
空调压缩机离合器状态	已接合	
空调蒸发器温度传感器	51	°C
空调高端压力传感器	616	千帕
空调低端压力传感器	696	千帕
空调要求信号	是	
蓄电池电压	13.6	伏

图 8-14　空调压缩机控制数据

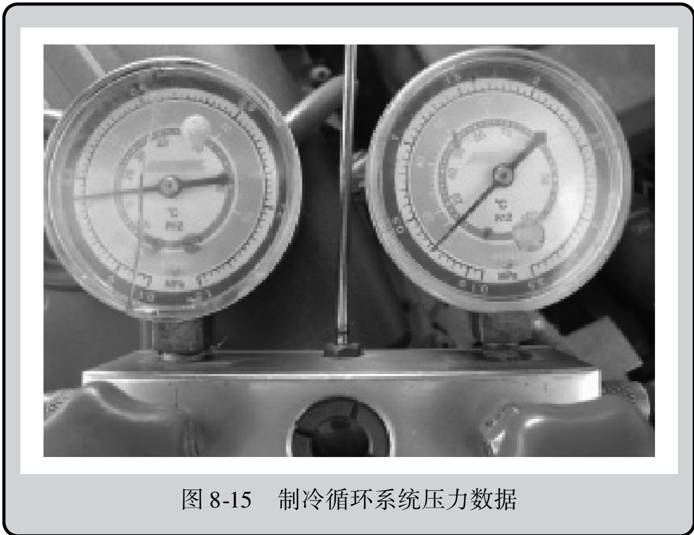


图 8-15　制冷循环系统压力数据

根据以上数据，说明存在泄漏导致系统制冷剂不足。使用电子测漏仪发现，高压端压力传感器接口处有报警声响，进一步用泡沫测试为压力传感器密封圈漏制冷剂。更换压力传感器密封圈，用加注机向系统加注定量制冷剂，空调制冷恢复正常，高低压端压力恢复正常，高压 1700kPa，低压 195kPa。通过专用诊断仪看到空调压缩机控制数据恢复正常。

空调系统概括分为电路控制系统和制冷循环系统，制冷循环系统的故障可以通过系统压

力值来诊断，比如系统制冷剂不足、制冷剂加注过量、压缩机性能故障、散热不良、系统有堵塞等都能通过压力来诊断。

传统汽车空调系统的故障检修，主要是利用歧管压力表通过测试系统的高低端压力，并结合相关的控制电路图，进行制冷的管路系统、电控系统和机械系统的检测和维修，本案例为我们针对车载网络系统车辆的空调故障诊断提供了新的思路和方法，值得借鉴。

由于网络系统的建立，车上各系统的信息共享成为可能，由此，通过舒适系统总线和诊断接口的数据通信总线，我们很方便地就可以浏览空调系统的相关信息，利用这些信息可以洞察出故障的端倪，为下一步检测提供有利的依据。本案例就是如此，通过专用诊断仪读取到的空调控制系统的工作状态是正常的，而制冷管路的高低压端压力不正常，歧管压力表的测试也证明了这一点。我们知道，正常情况下，在非平衡压力状态，高压端的压力应高于低压端的压力，而诊断仪的数据显示，高压端的压力低于低压端的压力，这种情况直观地表明，系统有泄漏，而且泄漏一定是在高压端。可见，灵活地运用数据分析问题，往往会收到事半功倍的效果。

★8-144　如何排除广州本田雅阁散热风扇长期运转故障?

一辆广州本田 CG1 雅阁 3. 0L 轿车，驾驶人反映该车散热风扇长期运转。

接车后经试车确认，此车的散热风扇在发动机运转期间长转不停。广州本田雅阁 CG1 车型的散热风扇系统由散热器风扇电动机及继电器，冷凝器风扇电动机及继电器，2 个发动机冷却液温度(ECT)开关 A(图 8-16)、B(开关 B 用于延时控制)，以及散热风扇控制单元组成。散热风扇控制单元根据 ECT 开关提供的信号对 2 个散热风扇进行控制，以防止发动机过热。当发动机冷却液温度超过预定温度时，即使空调系统不处于工作状态，散热风扇控制单元仍然会激活冷凝器散热风扇运转。另外，即使点火开关断开，如果冷却液温度过高，散热风扇控制单元仍然会指令散热器散热风扇保持运转状态，直到冷却液温度降低到预定温度。



图 8-16　发动机冷却液温度开关位置

在了解了该车散热风扇控制系统的工作原理后，我们着手对该车的故障进行检修。经观察发现，此时散热器、冷凝器风扇均在运转，但此时空调开关并未打开。在该车散热风扇长转时，我们先将 ECT 开关 A 的插头断开，但此时散热风扇依然运转，可以确定 ECT 开关 A 没有问题。由于 ECT 开关 B 用于散热风扇延时功能，且当该开关接通后应该只有散热器散热风扇运转，加之该开关插头安装在发动机的正时齿带侧不易拆装，故暂时未对它进行检查。根据该车散热风扇系统的控制原理可知，除了 ECT 开关 A 闭合后 2 个散热风扇会同时运转外，只有空调打开时才会出现 2 个散热风扇同时运转的情况。而此时可以确定空调处于关闭状态，那么会不会是系统得到了错误的空调开启信号呢?

之后，我们连接故障诊断仪进行检测。经多次观察发现，只要散热风扇长转不停，发动机控制系统数据流中的“风扇控制”项就变为打开状态；一旦散热风扇工作正常，“风扇控制”项就显示为关闭状态。正常情况下，发动机控制系统数据流中的“风扇控制”项只有在开闭空调开关时才会变化，因为它是发动机控制单元用来控制散热风扇运转的。此时空调开关并没有打开，但发动机控制单元却控制散热风扇运转，那么故障原因只有两个：发动机控制单元本身出现故障或发动机控制单元接收到了错误的空调开启信号。通过进一步检查，空调开关正常，排除了控制单元接收错误信号的可能性，问题应该就出在发动机控制单元上。之后我们对该车发动机控制单元的供电、搭铁线路进行了检查，线路完全正常。然后，又找来相同车型的发动机控制单元进行替换，试车故障排除。

★8-145　怎样诊断 2011 款日产新阳光轿车空调系统不制冷故障?

一辆 2011 款日产新阳光轿车(N17)，行驶里程约为 2.4 万 km，出现空调不制冷的故障。该车配置手动空调，控制面板如图 8-17 所示，起动发动机并接通 A/C 开关和鼓风机开关，发现空调出风口无冷风吹出。打开发动机室盖，发现空调压缩机电磁离合器没有吸合。用空调压力表进行检查，发现空调系统压力正常。脱开空调压缩机电磁离合器导线连接器，起动发动机并接通 A/C 开关和鼓风机开关，然后用万用表检测空调压缩机电磁离合器的供电电压，测得电压为 0V，由此推断故障可能出在该车空调压缩机电磁离合器的控制电路上。

如图 8-18 所示，该车空调控制原理如下。

1）接通 A/C 开关和鼓风机开关。A/C 开关 ON 信号经过节温器控制放大器(即蒸发器温度传感器)传输至车身控制模块(BCM)；鼓风机开关 ON 信号直接传输至 BCM。

2）BCM 通过 CAN 线将 A/C 开关 ON 信号和鼓风机开关 ON 信号传输至发动机控制模块(ECM)。

3）ECM 根据 A/C 开关 ON 信号和鼓风机开关 ON 信号，通过 CAN 线路将空调压缩机请求信号传输至发动机室智能电源分配模块(IPDM E/R)，同时根据空调压力传感器、冷却液温度传感器、加速踏板位置传感器等相关信号，通过 CAN 线将冷却风扇转速请求信号传输至 IPDM E/R。

4）IPDM E/R 在接收到空调压缩机请求信号后控制接通 A/C 继电器，使空调压缩机电磁离合器吸合，同时在接收到冷却风扇转速请求信号后控制接通相应的冷却风扇继电器，使冷却风扇低速或高速运转。



图 8-17 2011 款新阳光手动空调控制面板

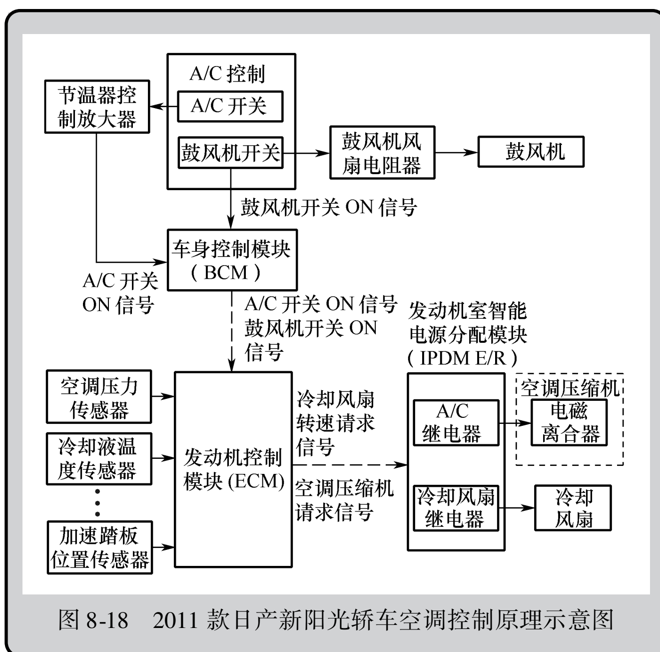


图 8-18 2011 款日产新阳光轿车空调控制原理示意图

图 8-19 为该车空调控制电路。通过之前的诊断过程已知空调压缩机电磁离合器无电压供应，接着断开 IPDM E/R 导线连接器，用万用表检测 IPDM E/R 端子 64 与空调压缩机电磁离合器端子 1 之间的导通性，结果正常，由此可知 IPDM E/R 没有输出控制电压。检查 IPDM E/R 内 43 号 10A 空调熔丝和 A/C 继电器，均正常。按以下步骤执行 IPDM E/R 自动主动测试，检查空调压缩机是否工作。

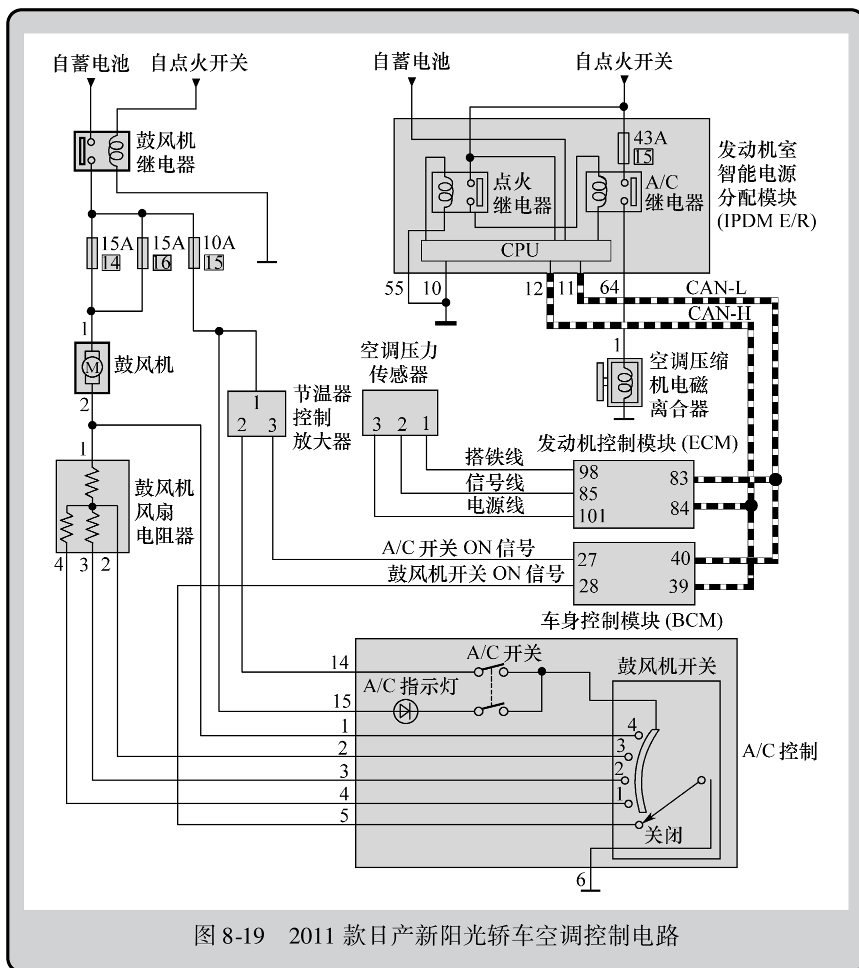


图8-19　2011款日产新阳光轿车空调控制电路

1）保持点火开关置于OFF位。

2）将点火开关置于ON位，然后在20s内将驾驶人侧车门开关按下10次，再将点火开关置于OFF位。

3）在10s内再将点火开关置于ON位，在喇叭鸣响一次后自动主动测试开始。

IPDM E/R自动主动测试的结果显示空调压缩机电磁离合器可以吸合，这说明IPDM E/R可以正常工作，该车的故障原因为IPDM E/R未能从ECM接收空调压缩机请求信号。

连接故障检测仪，接通点火开关，在ECM、BCM、IPDM E/R中均未发现故障码。起动发动机，接通A/C开关和鼓风机开关，在BCM中读得A/C开关信号为ON，鼓风机开关信号也为ON；在ECM中读得A/C开关信号为OFF，鼓风机开关信号也为OFF，这说明BCM没有通过CAN线将A/C开关ON信号和鼓风机开关ON信号传输到ECM。于是检查CAN线，拆下BCM和ECM的导线连接器，用万用表检测BCM端子39与ECM端子84之间及BCM端子40与ECM端子83之间的导通性，均正常。既然BCM与ECM之间的CAN线是正常的，那么不是BCM内部有问题(无法输出A/C开关ON信号和鼓风机开关ON信号)，就是ECM内部有问题(无法接收A/C开关ON信号和鼓风机开关ON信号)。

更换BCM并进行专用程序匹配后试车，空调恢复制冷，故障排除。

☆8-146　如何排除帕萨特 B5 轿车自动空调系统无反应故障?

一辆上海帕萨特 B5 轿车，装备 ANQ 型 4 缸 20 气门发动机，行驶里程 9000km。该车打开空调开关后空调系统无任何反应。

取下诊断系统插座，打开点火开关，利用 VAG1551 故障诊断仪对自动空调系统进行检测。输入地址码“08-自动空调系统”，结果无法进入，因而怀疑诊断仪本身出了问题，但将诊断仪与其他车辆连接一切正常。重新连接 VAG1551，仍然不能进入自动空调系统。

关闭点火开关，检查熔丝，发现熔丝盒中的 S5(10A)熔丝已经烧断。换上新的熔丝后，起动发动机并打开空调开关，熔丝又被烧断。更换空调系统控制单元，熔丝又被烧断。

找来相关电路图(图 8-20)，根据线路连接情况，先对压缩机压力开关进行替换试验，但故障依旧。由于已经更换过空调系统控制单元，并且没有效果，因此可以判定故障部位不在空调部分。电路图中的 A2 成为重点检查对象。

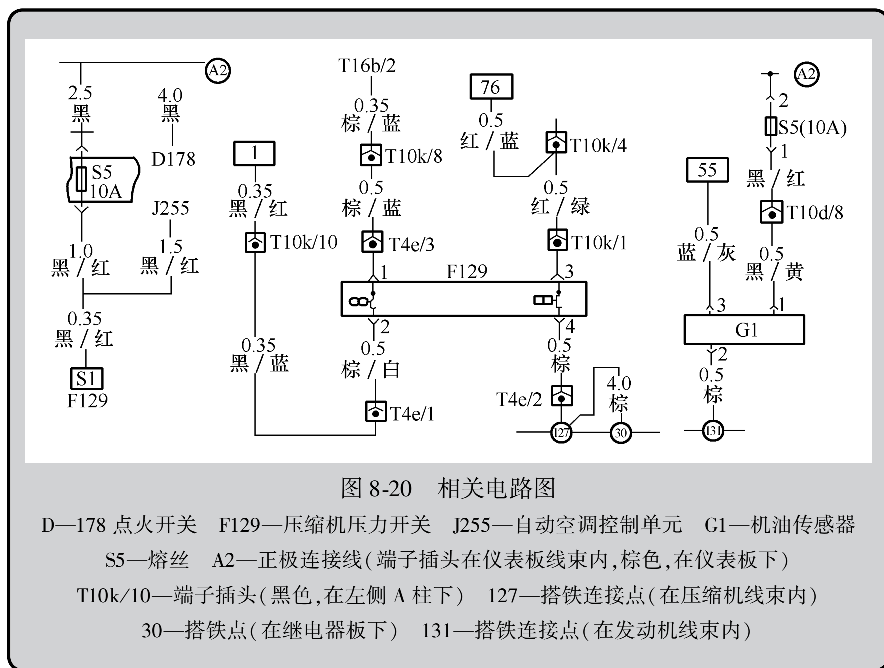


图 8-20　相关电路图

D—178 点火开关　F129—压缩机压力开关　J255—自动空调控制单元　G1—机油传感器
S5—熔丝　A2—正极连接线(端子插头在仪表板线束内,棕色,在仪表板下)
T10k/10—端子插头(黑色,在左侧 A 柱下)　127—搭铁连接点(在压缩机线束内)
30—搭铁点(在继电器板下)　131—搭铁连接点(在发动机线束内)

由电路图的注解可知，A2 为仪表板线束内的正极连接线，为了确定该线束是否存在问题，拆下仪表总成进行检查，发现自动空调系统和机油传感器的供电线路共用 S5(10A)熔丝(图 8-20)。于是，拆下发动机油底壳护板，检查发现机油传感器线束插头与插座已烧蚀。更换一套新的机油传感器及线束后，S5(10A)熔丝恢复正常，故障排除。

根据以往经验，新车空调出现故障往往是由于空调控制单元出了问题，因此在维修中走了一段弯路。故障排除后，驾驶人猛然回忆起几天前曾跑过一趟山路，回来后又洗了一次车，不久就出现了这个故障。原来，该车的机油传感器插头与插座没有插好，恰巧洗车时插头内又进了水，造成机油传感器供电线路短路，导致机油传感器与自动空调系统供电线路共用的熔丝 S5(10A)烧断，引起空调系统不工作的故障。

▲8-147　如何排除途安汽车空调系统不制冷故障?

一辆2007年产途安1.8T手动档车型，行驶里程7.5万km。驾驶人反映该车空调不制冷。

该车配置了前排双区自动空调系统。接车时维修人员观察到仪表显示车外环境温度为28.5℃，检查空调控制单元各按钮指示灯均能点亮，鼓风机运转正常，空调开关处于AUTO档，左右设定温度均为20.5℃，但出风口吹出热风。连接R134a制冷剂加注机，测量系统管路压力，高低压均为0.7MPa，表明系统中制冷剂未正常循环。

连接VAS5052故障诊断仪，点击自诊断功能进入自动空调控制单元J255查询故障存储，系统识别到一个故障码：00898 010——空调压缩机起动断路/对正极短路，当前存在（图8-21）。查阅空调数据块1组的测量值为16、700r/min、0km/h和0h；2组的测量值为0.000A、23%、0和2N·m。从上述测量值可以看出，流过压缩机电磁调节阀N280的电流值为0，空调确实不工作。1组1区的数值代表压缩机关闭条件，正常制冷时应为0(图8-22)，为引导性功能选项，对压缩机关闭条件16的解释是压缩机控制错误。根据故障码及测量值的提示，下一步需要确定的是N280本身故障，还是其线路断路/短路故障。

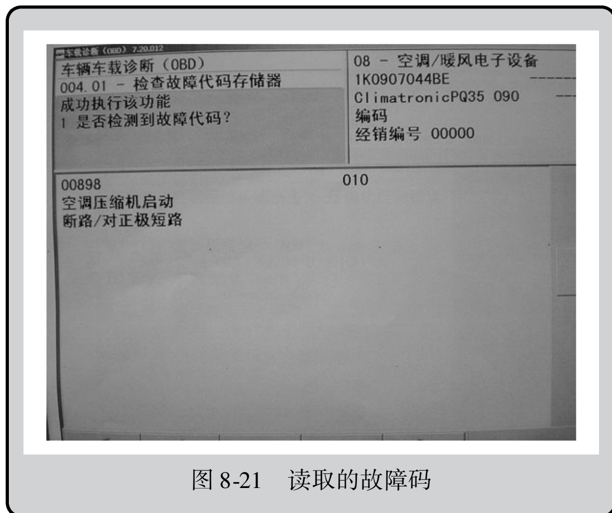


图8-21　读取的故障码

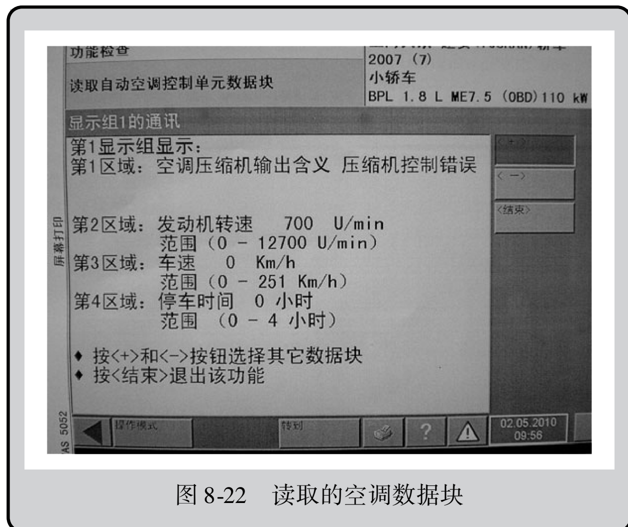


图8-22　读取的空调数据块

途安汽车空调压缩机安装位置空间狭窄，对N280进行单体检测比较困难，于是维修人员设法进行模拟试验。脱开N280的两针插接器，将12V、2W的试灯接入插接器两个端子模拟N280。起动发动机后，打开空调，试灯暗淡亮起，表明J255与N280之间线路正常。与此同时数据块1组1区的测量值由原先的16变为0，表明J255已输出空调开启指令。随着时间的延

续，试灯亮度逐渐增加。这是因为空调开启后，J255 通过系统压力、压缩机转矩和各个传感器的反馈信号检测到系统“制冷”不足，相应调节对 N280 的控制占空比，以加大压缩机的制冷输出，于是流过“N280”的平均电流变大，使试灯亮度提高，这些情况表明空调控制单元工作正常。再测量 N280 的阻值为 4.2MΩ，处于断路状态。因此故障点判定为 N280 失效。

▲8-148　如何排除 2006 款捷达开空调时发动机熄火故障?

驾驶人反映，开空调时发动机偶尔熄火，熄火时还伴有“咔、咔”的异响。

用 VAG1551 检查未有故障码存储，在打开空调时读取发动机 50 数据组，显示发动机已接收到空调工作信号。至此，可初步分析为空调系统负荷过大或发动机电控系统故障。

首先用手转动压缩机的电磁离合器，能够自由转动，将空调压缩机传动带拆掉试车，该故障仍然存在，故排除了空调压缩机负荷过大(如压缩机轴抱死)的可能性。根据 2006 款捷达空调电控系统的特点，开空调时压缩机工作后，散热器风扇同时工作，所以联想到是否为风扇电控系统有故障。拔下风扇插头，打开空调试车，压缩机工作正常，但未见熄火现象。在发动机怠速工作状态下，用跨接线连接双温开关，发现在风扇工作时发动机抖动较大，由此故障可锁定在风扇电路。进一步检查风扇控制线中各线电阻，发现搭铁线电阻为 1.4Ω。在蓄电池座附近有一搭铁点为风扇在车身上的搭铁，拆下发现螺钉上有油漆，至此可得出结论：风扇运转时电流较大，由于搭铁点接触不良引起电阻大，造成给发动机控制系统两端实际供电电压下降，最终因为电流达不到工作要求而导致控制单元各执行元件无法正常工作，发动机熄火。

将油漆用砂纸打磨处理后重新固定，试车，一切正常。

★8-149　如何排除 2008 款上海大众途安空调系统不制冷故障?

一辆 2008 款上海大众途安车，行驶里程 68000km，最近出现该车开空调不凉，有时空调效果完全没有的故障。

起动发动机开启空调，打开内循环，将温度调到最低，用手感觉出风口温度比较高，连接诊断仪 VAS 5052 进入空调系统读取数据流，显示空调出风口温度为 16℃，外部环境温度为 32℃(和外界实际温度相吻合)，空调效果确实很差。接上制冷剂回收机，观察高低压压力分别为 1200kPa、500kPa，当加速的时候，高压上升缓慢，也只能达到 1500kPa，说明是空调压缩机损坏。但该车空调压缩机不是常规的带电磁离合器的空调压缩机，而是变排量空调压缩机，且驾驶人反映有时空调效果会一点都没有，也就是空调出风口为常温。为了一次性将问题彻底排除，就继续开空调观察。一段时间后感觉空调出风口温度变成常温，这个时候发现高压表针在慢慢降低，而低压表针在缓慢升高，再观察 VAS 5052 里面空调系统数据流，显示为 0，说明空调控制单元 J255 还是有输出指令让空调压缩机电磁阀 N280 工作，因为该车电磁阀 N280 是控制单元 J255 利用占空比直接控制的，中间线路经测量没有任何问题，判断问题的根源还是空调压缩机电磁阀 N280 的问题。

由于N280不能单独更换，而且空调压缩机机械部分已经磨损，遂更换空调压缩机总成，经试车效果良好。

▲8-150　如何排除2003款帕萨特1.8T空调压缩机反复吸合故障？

一辆行驶里程为15万km的2003款帕萨特1.8T的空调系统在本公司维修后，出现开空调后空调压缩机反复吸合、断开，制冷效果完全没有的现象。

首先接上制冷剂回收机，静态时候空调高低压压力都正常。起动发动机后打开空调开关，可以看见高压压力急剧升高，瞬间升高到4000kPa，空调压缩机被切断，当压力降到3000kPa左右，空调压缩机又被吸合。通过现象分析故障的根本原因是空调压力开关起保护造成。当用自来水冲洗冷凝器时，高压压力恢复正常，出风口效果相对好了许多，空调压缩机也不断开了。经检查空调内循环正常，因此维修班组断定是冷凝器不好导致散热不良。但经了解，该车以前空调效果也正常，这次过来虽然也是维修空调系统，但主要原因是散热风扇线路接头烧蚀损坏，导致风扇不转空调不凉，维修人员只是重新接好了风扇电动机接头，空调系统也没有重新加制冷剂，维修后就出现该故障。按口诀找原因，系统有空气的可能性不大，还是从空调系统散热这块去检查。经过仔细检查，用手感觉散热电子风扇的风向是从发动机吹向冷凝器，故障的根本原因是维修人员将风扇电动机两根线接反，散热风扇将发动机的热量传给冷凝器，高温高压的制冷剂不能得到有效的冷却，反而被升温，导致高压开关处压力过高，空调压缩机就被反复断开。

将风扇电动机线对调重新连接，风扇吹出风向正常，空气调节效果良好，故障排除。

▲8-151　如何排除2010款新宝来车空调系统有时不凉的故障？

一辆2010款新宝来手动档轿车，会没有规律地出现空调系统有时不凉的现象，但有时重新起动发动机后，空调工作又能恢复正常。

据该车驾驶人反映，出现上述故障后曾经到我公司检修过一次，也在其他修理厂检查过，均没有检查出问题所在。向上次维修该车的维修技师了解该车当时进厂维修时的状况，据该维修技师反映，该车来到本店后，起动发动机后打开空调试车，当时并没有驾驶人所反应的问题，用VAS 5052A进行检测，发动机电控单元无故障，由服务顾问向驾驶人解释故障现象没有出现，只有等故障再现后才能进行检查。

此次该车故障出现后驾驶人没有将发动机熄火，首先用VAS 5052A进行检测，发动机电控单元内无故障记录。接着读取数据流，制冷剂压力为700kPa，空调开关需求信号为打开，冷却液温度指示为正常的90℃，但此时空调压缩机不工作。拔下空调压缩机的导线连接器测量，发现导线上没有供电电压。根据电路图检查空调压缩机电磁离合器的供电情况，熔丝SC27处为电源电压，且熔丝SC27正常。拆下驾驶室左侧仪表板下护板，检查空调继电器处的供电，可当手指刚一碰触到空调继电器后，空调系统立即恢复了正常的工作，用手晃动空调继电器，听到该继电器内部有“嗒、嗒”的吸合声，于是拔下

空调继电器对其进行检测。用万用表电阻档测量空调继电器的端子 87a 与端子 87 为单向导通，端子 30 与端子 87，端子 85、端子 86 和端子 87a 间均不导通，端子 85 与端子 86 间的电阻为 69Ω，正常。打开空调继电器外壳，检查空调继电器的闭合触点，没有烧蚀现象，将端子 85 和端子 86 分别接蓄电池的负极与正极进行试验，用万用表测量端子 30 与端子 87 之间是否导通，结果测得这 2 个端子间的电阻为 1. 2Ω。经以上检测说明空调继电器正常。对空调继电器座与空调继电器端子进行处理，以使两者插接得更加牢固，再用手晃动该继电器，并没有听到其内部“嗒、嗒”的吸合声，空调系统制冷工作正常，空调出风口的温度为 4℃。分析认为，该故障就是空调继电器与继电器座之间接触不良造成的。因为该车为新车，行驶里程较短，而空调使用也不是很频繁，所以当拔下空调继电器时也没有发现继电器座上有烧蚀的迹象。为什么该车在重新起动后空调又恢复了正常工作呢？认为是发动机在起动的瞬间车身有一定振动，使接触不良的空调继电器端子又接触在一起，因此空调又得以正常工作。对空调继电器座和空调继电器端子进行处理，使两者间能够接触良好。

★8-152　如何排除雪佛兰科鲁兹空调系统不制冷的故障?

一辆雪佛兰科鲁兹打开空调后，出风口吹出的风为自然风，没有制冷效果。

维修人员接到故障车辆后，起动发动机，打开空调开关，发现空调压缩机离合器不吸合，所以出风口吹出的风不凉。

分析造成空调压缩机离合器不工作的原因有：① 环境温度低于 1℃；② 发动机温度高于 124℃；③ 空调高压侧压力超出安全范围；④ 蒸发器温度低于 3℃；⑤ 发动机怠速时，发动机控制单元检测到节气门位置信号超出设定范围；⑥ 发动机控制单元检测到怠速转速超出设定范围。

使用诊断仪进入该车系统查看相关数据，发现蒸发器温度传感器显示温度为 106℃，不在正常范围，其他相关数据都正常。控制单元储存故障码 B3933，含义为蒸发器温度传感器回路。蒸发器温度传感器为负温度系数热敏电阻。测量蒸发器温度传感器电阻，阻值为 0. 09kΩ(标准值为 3. 66kΩ)，说明蒸发器温度传感器已经损坏。

更换蒸发器温度传感器后，清除故障码。起动发动机，打开空调开关，压缩机离合器正常工作。用温度计测试出风口温度为 6℃，在正常范围内。

▲8-153　如何诊断速腾车空调系统右侧温度风门失效的故障?

一辆 2006 款速腾舒适型轿车，打开空调暖风档位时右侧出风口出冷风。

速腾舒适型轿车采用全自动分区空调，操作空调面板可对车内前排左右区设置不同的目标温度，全自动空调控制单元接收各温度传感器的反馈值，通过控制温度翻板位置及鼓风机转速等执行元件来实现目标温度。实操发现，在将左右区设置为高温档时，右侧出风口仍出冷风，说明右侧温度风门自动调整响应失效；用 VAS5051 查询发现，在 08 空调电控单元内有一个故障码存储，“01810 右温度风门定位电动机-V159”，由此可将故障点缩小为：① 自动空调控制单元故障；② 右侧温度风门电动机 V159 电路故障；③ 空调电控单元至 V159

线路故障；④ 右侧温度风门机械卡死或脱开故障(风门的工作位置异常反馈也会引起V159报警)。

读取数据流08-08-13组，第1区显示为38，第2、3、4区皆显示为零，调整右侧温度开关旋钮至不同设定温度值，数据流都无变化。对于13组，1区为右侧温度风门当前值，2区代表空调控制单元对右侧温度风门规定值进行设置状态，3区代表右侧温度风门冷止动位置标准值，4区代表右侧温度风门热止动位置标准值。2、3、4区皆显示为零，说明空调控制单元不能正常显示控制目标值所对应数据块，集成在V159上的伺服电动机电位器G221的反馈值一直为38也说明，右侧温度风门实际风板位置在冷风温度位置未作调整，而对比观察12组的数据流，在HIGH档数据流和在LOW档数据流都能按所设定3区或4区设定的目标值变化，见表8-1。

表8-1　温度风门实际监控

设置	数据组	1区	2区	3区	4区
设置右侧LOW档	013组	38	0	0	0
设置右侧HIGH档	013组	38	0	0	0
设置左侧LOW档	012组	29	25	25	231
设置左侧HIGH档	012组	225	231	25	231

检测至此，似乎可推论为空调电控单元控制元件损坏引起了不能控制对右温度风门伺服电动机V159的调节。为此要先对空调电控单元是否对V159发出了控制指令进行验证。由图8-23右侧温度风门伺服电动机及电位器线路图可知，空调电控单元的16芯插头T16f的11端子和12端子分别连接V159的两端子，将空调电控单元向外拉出，以电控单元的T16f/11和T16f/12为测量点，在空调工作状态下，测量11端子和12端子的输出波形，如图8-24和图8-25所示。在将右温度设置旋钮设在高温档时，波形为正向脉宽控制；当将旋钮设置在低温档时，波形为负向触发脉宽控制，符合直流电动机的控制模式，由此可初步排除自动空调控制单元的故障。接下来断开空调电控单元的T16f插头连接，测量与11端子和12端子相连接的线束插脚之间的电阻为无穷大，说明V159电动机线路断路；拆下杂物箱和右侧空间出风口，断开伺服电动机V159的插头连接，分别测量V159电动机的6孔插头的5脚和6脚至空调电控单元的11端子和12端子之间的电阻，皆小于0.5Ω，说明断路发生在V159内部，实测也说明了这一点。

更换集成有右侧温度风板位置传感器的V159电动机，风门立即能自由调整，说明风门的机械调整机构也正常，观察13区数据流全部恢复正常，最后应用VAS5051的引导功能进行基本设定成功，由此，故障彻底排除。此时，再测试空调电控单元的16插孔的11端子和12端子的输出波形，较之前有了一定的变化，如图8-26和图8-27所示。波形显示在空调电控单元发出相应工作指令后便处于待工作状态，直至V159电动机实际调整到规定位置，而且在正常工作状态时的波形所含的信息也有所不同。由此，可分析，空调电控单元在识别到执行元件电路故障时，报故障码的同时，也进行故障应急工作模式：一方面控制数据流的非正常显示，另一方面是以规定的脉宽控制执行元件V159进行重复

再工作的尝试。

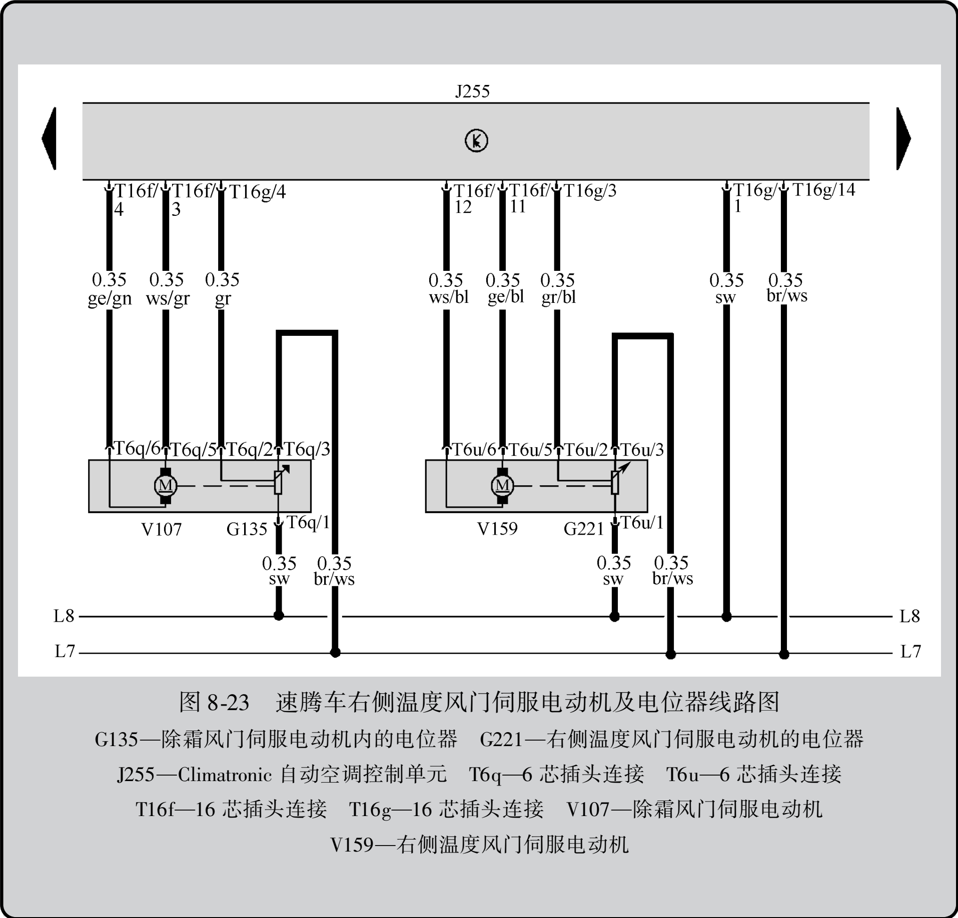


图 8-23　速腾车右侧温度风门伺服电动机及电位器线路图

G135—除霜风门伺服电动机内的电位器　G221—右侧温度风门伺服电动机的电位器
J255—Climatronic 自动空调控制单元　T6q—6 芯插头连接　T6u—6 芯插头连接
T16f—16 芯插头连接　T16g—16 芯插头连接　V107—除霜风门伺服电动机
V159—右侧温度风门伺服电动机



图 8-24　设在高温档位时控制波形

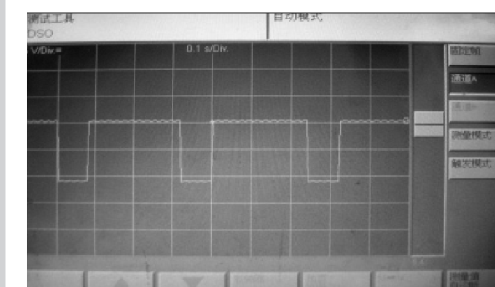


图 8-25　设在低温档位时控制波形

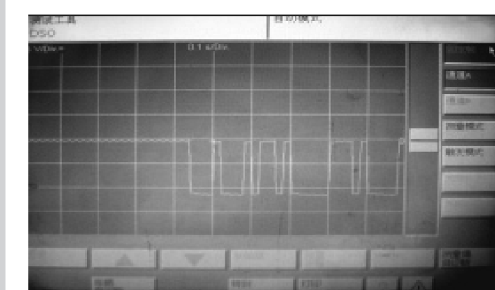


图 8-26　故障排除后设在低温档位时控制波形

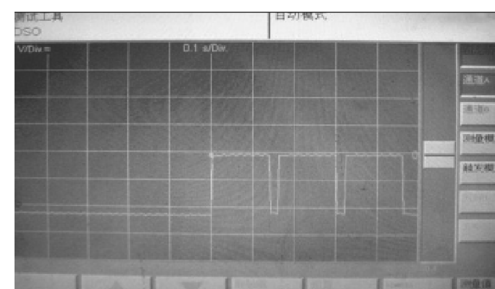


图 8-27　故障排除后设在高温档位时控制波形

▲8-154　如何排除雪佛兰乐风（LOVA）空调系统不制冷的故障?

雪佛兰乐风(LOVA)是上海通用汽车公司针对中国目标消费者需求，并整合了世界顶级设计师的设计理念，以及通用雪佛兰乐风汽车全球技术资源而倾力打造的精品家轿的典范。雪佛兰乐风(LOVA)是一款以追求质感生活的“知本一族”为目标消费者的小车。无论从设

计还是从品质来说，雪佛兰乐风(LOVA)是世界的，也是中国的。2006 年 3 月，乐风首先在中国首发上市。同时在美国、加拿大、欧洲、拉美、南非、印度和泰国等国家和地区同步上市。

一辆雪佛兰乐风(LOVA)汽车，VIN 号为 LSGTC52M36Y…，行驶里程为 61699km。驾驶人反映空调不制冷。

乐风汽车空调采用的是 V5 可变排量压缩机(图 8-28)，与蒸发器上的热膨胀阀配合使用，即形成了一个自调节系统，在高压制冷剂管路中采用了压力传感器，而不是传统的高压或低压断流开关或压力转换开关，压缩机离合器由发动机控制模块(ECM)通过位于发动机舱熔丝盒内的压缩机继电器控制，该模块监视各种发动机系统和空调高压侧压力数据，如果动力系统控制模块或发动机控制模块检测到如下条件，则将断开压缩机离合器：① 节气门全开；② 发动机冷却液温度过高；③ 发动机转速过高；④ 制冷剂压力过低；⑤ 制冷剂压力过高。

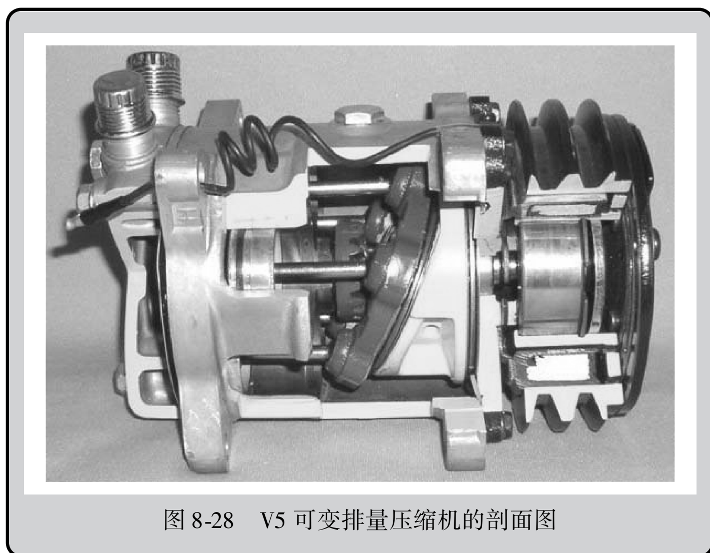


图 8-28　V5 可变排量压缩机的剖面图

压缩机离合器将保持分离，直到系统恢复正常工作。用 TECH2 检查，发现 ECM 中有一个故障码为 P0647(空调离合器继电器控制电路电压过高)。从电路图(图 8-29)中可以看出：点火 1 电压直接供至空调压缩机继电器，发动机控制模块通过被称为驱动器的内部固态装置控制继电器控制电路的搭铁路径，从而对继电器实行控制。该驱动器的主要功能是向所控制部件提供搭铁通路。每个驱动器都有一个故障检测线路，由发动机控制模块进行监视。当发动机控制模块指令某个部件接通时，控制电路的电压应接近于 0。当发动机控制模块指令某个部件的控制电路断开时，电路的电压应接近蓄电池电压。如果故障检测电路检测到一个异常电压，将设置本故障码。

用 TECH2 查看发动机数据清单：空调高压侧压力传感器信号电压为 2V 左右，说明制冷剂量基本正常；按下空调面板上的 A/C 开关，打开鼓风机开关，发现空调启用信号也正常。用万用表检查压缩机插头搭铁正常，但电源线在开压缩机的时候有电，接着立刻又没电了，用试灯检查，测试灯不亮，说明是虚电；检查发动机舱熔丝盒，发现空调压缩机继电器只要一开空调就吱吱响，把压缩机插头拔下来还响，说明不是压缩机离合器的原因，肯定是

空调压缩机继电器控制部分的线路某处接触不良。

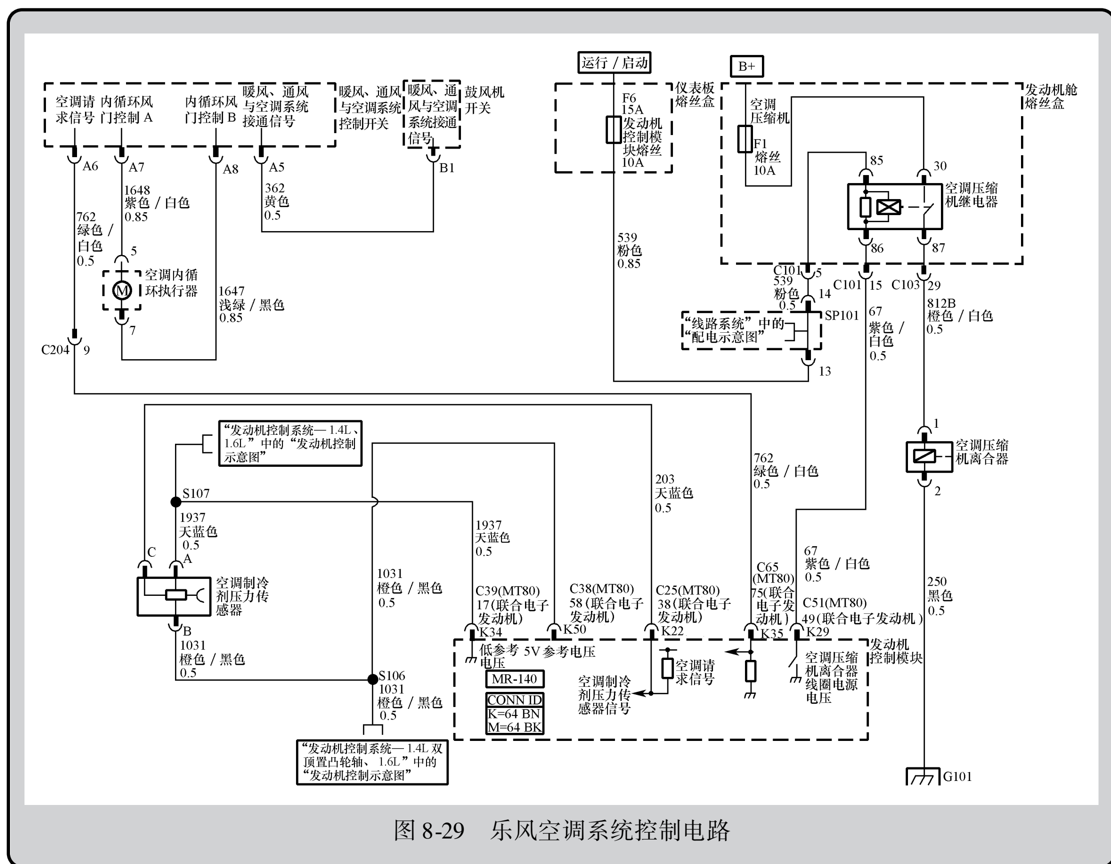


图 8-29　乐风空调系统控制电路

顺着电路图线路查找，仪表板熔丝盒 F6 熔丝、接插件 SP101、发动机熔丝盒空调压缩机继电器都没有发现异常，最后拔下发动机控制模块(MT80)黑色的大插头，发现里面的 C51 针脚已经被氧化。用除锈剂清洗后并吹干 ECM 插头后故障解决。

★8-155　如何排除奥迪 A6 车空调压缩机不工作的故障?

一辆奥迪 A6 轿车(采用 1.8T 发动机)因出现交通事故进行维修，修复后却出现空调压缩机不工作的故障，但是空调控制面板上的开关功能均正常。用 VAS5051 进行测试，发现有 4 个故障码，但是其中只有 1 个无法清除，该故障码所代表的故障内容是环境温度传感器对搭铁短路或断路。检查该传感器的搭铁线和参考电压，搭铁线良好，而参考电压 11.8V (正常值为 5.0V)。为了便于查出故障原因，找来该车型的电路图。由电路图发现，为环境温度传感器提供参考电压的导线颜色为棕/黄色，而在该车上为棕/紫色，所以怀疑在整理该事故车的线路时将其导线侧连接器连接错了。为查找故障原因，将发动机散热器附近的所有导线连接器重新检查一遍，最后发现环境温度传感器导线侧连接器与发动机盖锁止开关侧连接器错接。原来这两个连接器形状一样，并且相邻，电工将这两个连接器错接了。将它们正确连接后再用 VAS5051 查询故障信息，无故障码显示。起动发动机并接通空调开关后试车，

但空调压缩机仍然不工作。

难道空调压缩机线路还有问题？接下来用 VAS5051 进行执行元件测试，结果空调压缩机可以工作，这说明空调压缩机线路及空调控制面板良好。为了彻底排除空调面板的原因，将该车的空调面板装在同型的另一车上试验，结果工作正常，看来还是某个信号未进入空调面板。接下来查看数据流，发现发动机转速信号数值是 0，显然不正常。既然发动机正在工作，它的数值应是发动机的转速，估计发动机电控单元与空调面板之间的数据线出问题了。按照此思路检查相关线路，将发动机室左后侧的 ECU 盒盖拆开，拔掉 ECU 的导线侧连接器，经测量发现有 1 根绿/蓝色的导线不导通。顺着此线查到 ECU 后面的 1 个黑色导线连接器，拔掉该导线连接器后发现其中有一个端子被插错了位，该端子刚好和绿/蓝色导线相通。于是将其修复后试车，空调压缩机工作了，再查看数据流，发动机转速为 780r/min。至此故障排除。

在大事故车的维修中，因为所拆电路、电器较多，甚至有的换全车线路，而有时有几个形状一样的导线连接器容易被连接错。因此，在拆电路时要做好标记，在重新排线路时，最好是谁拆的谁装，怎么拆就怎么装。

▲8-156　如何诊断大众甲壳虫车空调系统不工作的故障？

一辆大众甲壳虫轿车，累计行驶 3 万 km，在正常情况下接通空调开关时，空调系统不工作，当把发动机加速到 3000r/min 时，空调系统才工作。另外，轿车在加速时有“后坐”的现象。驾驶人反映，该车刚在维修站维护过。

首先用元征 X-431 故障检测仪读取空调系统的故障码，没有调到故障码。接着检查空调系统电路，也没发现问题。对发动机系统进行检测，结果调得 3 个故障码：01165—节气门控制单元未匹配；17952(P1544)—节气门位置传感器 G187 信号过大；16505(P0121)—节气门位置传感器 G69 错误信号。清除故障码，发现上述 3 个故障码无法清除。怀疑节气门位置传感器导线侧连接器在行驶中由于振动而连接不良，于是对节气门体和相关线路进行检查。发现该连接器上的连接锁紧装置已经损坏，导线侧连接器已经无法插紧，于是就用线夹将连接器上的各端子连接好，然后用故障检测仪清除故障码后起动发动机，再次读取发动机系统的故障码，结果显示发动机系统正常。对节气门体进行匹配后试车，发动机运转正常。接通空调开关，空调系统工作正常，上述故障排除。

该车故障是由于节气门体上的导线侧连接器连接不良，导致在发动机怠速接通空调开关时，发动机的转速不能提高。当发动机 ECU 检测到该现象后，进入保护状态，使得发动机在低转速时空调系统不工作，以防止发动机怠速时抖动、加速不良，以及发动机熄火等现象的发生，当发动机转速达到一定值后才让空调系统工作。加速时轿车有“后坐”现象，是由于发动机 ECU 此时接收不到节气门位置信号而造成的。

★8-157　如何诊断雅阁车空调系统不工作的故障？

一辆 2003 款本田雅阁轿车，累计行驶 12 万 km，出现空调系统不工作的故障。

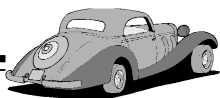
首先验证故障现象。起动发动机，接通空调 AUTO 开关，空调面板上有显示，且风量、

出风模式均显示可以调节，但鼓风机、空调压缩机和冷凝器风扇都不工作。检查鼓风机、空调压缩机和冷凝器风扇等导线侧连接器，均接触良好。由电路图得知，仪表板下熔丝盒内的30号熔丝(7.5A)是同时为冷凝器风扇继电器、空调压缩机电磁离合器继电器、鼓风机电动机继电器、音响与空调显示屏模块等供电的，但检查该熔丝，发现未熔断。检查发动机室内的11号熔丝(散热器风扇)、9号熔丝(冷凝器风扇)和21号熔丝(鼓风机电动机)，也均完好。

接通点火开关和空调(A/C)开关，测量空调压缩机电磁离合器电磁线圈的供电情况，结果无电源。因与该线圈工作有较大关系的是空调压力开关和制冷剂量，接下来检查空调压力开关，正常；检查制冷剂量，适中；分别检查上述各继电器连接器的供电情况，也正常；测量上述各电器分别与继电器间导线的导通性，良好；检查各继电器，均能正常工作。检查发现上述继电器不工作的原因是没有搭铁回路。

利用该车空调系统的自诊断功能调取故障码。接通点火开关，将温度调至最冷位置，然后按下AUTO键和OFF键，结果空调显示屏上显示该系统的故障码为N，含义是鼓风机故障。用LED试灯测量鼓风机电动机连接器上的1号线(白/蓝色)的电源，正常；测量2号线(蓝/黑色)上也有电，如果将2号线直接搭铁，则鼓风机运转正常。看来鼓风机电动机不工作的原因也是没有形成搭铁回路。从电路图上得知，鼓风机的搭铁回路是由鼓风机电动机调速模块控制的，找到该调速模块，测量其4针连接器上的电源线(4号线,蓝/黑色)有电，搭铁线(2号线,黑色)搭铁也良好。接着对该模块功能进行测试。断开该模块4针导线侧连接器，直接给模块的端子1供电，发现鼓风机不工作。由此说明该鼓风机电动机调速模块有问题。

更换鼓风机电动机调速模块后试车，空调系统工作恢复正常。



第九章



辅助电器维修技能

9-158 如何查找汽车刮水器和洗涤器电路故障?

汽车刮水器是用来清扫汽车风窗玻璃上的雨雪和尘埃的装置，是汽车不可缺少的重要部件。除此以外，汽车刮水器在停止状态还有一个关键功能要求——自动复位功能，即刮水器在停止工作时，刮水器的刮片能自动停止在汽车风窗玻璃下沿的规定区域，其目的是为了不阻挡驾驶人的视线。

现在，汽车上使用的刮水电动机都是具有双速控制功能的。其驱动部分是一个微型永磁直流电动机，电动机转动时，通过蜗杆蜗轮减速器减速增矩，再经曲柄、连杆，将蜗轮输出轴的旋转运动变为刮水器摇臂的左右往复式摆动。

目前，虽然汽车的种类较多，但刮水电动机的控制形式却只有 2 种，即刮水电动机的正极型控制和负极型控制。如图 9-1 所示是刮水电动机的控制电路原理图。所谓正极型控制，就是刮水电动机的低速、高速控制是通过向刮水电动机的低速、高速电刷引线端线路输入正电而使电动机运转。负极型控制则是控制其搭铁线路。

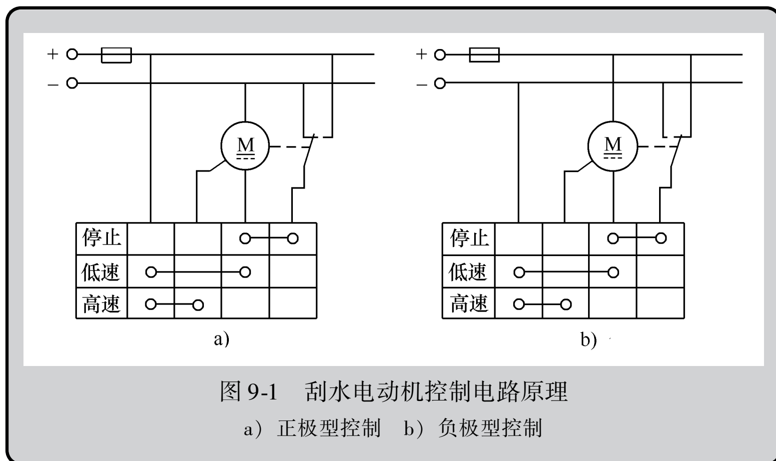


图 9-1 刮水电动机控制电路原理

a）正极型控制 b）负极型控制

图 9-1 中刮水电动机控制电路中没有间歇控制电路。当出现刮水电动机不工作的故障

时，电路故障的查找方法如下。

1. 正极型控制电路故障的查找

拔下刮水电动机控制电路接线插头，接通点火开关，用一试灯检测，应有一个插孔有电（即复位电源线）。如果无电，检查刮水器熔丝。如果有电，接通刮水开关的低速档位，用试灯检测时，低速插线孔应有电；开高速档位，低速端接线的电断开，高速插线孔有电。通过检测，线路供电都正常，则是刮水电动机有问题，否则，检查相关线路和刮水器控制开关。

2. 负极型控制电路故障的查找

拔下刮水电动机控制电路接线插头，接通点火开关，用一试灯检测，应有 2 个插孔有电（即电刷供电线和电动机复位电源线）。如果无电，检查刮水器熔丝。如果有电，接通刮水开关的低速档位，用试灯检测时，试灯的一端接刮水器的电源线，另一端接低速插线孔时试灯应亮；开高速档位，低速端接线的搭铁断开（即试灯熄灭），原来接低速端插孔的试灯一端接高速端插孔，试灯应亮。通过检测，线路控制都正常，刮水器不工作，则是刮水电动机有问题，否则，检查相关线路和刮水器控制开关。

3. 刮水电动机不能自动复位故障的查找

不管是正极型控制或是负极型控制的刮水电动机控制电路，在检修这类故障时应把握好两个关键检查点（即刮水控制开关和电动机的复位电源线）。刮水控制开关在断开时，复位电源线应与低速控制线是相通的。在检查了复位电源、开关控制及开关到刮水电动机间线路都正常的情况下，刮水电动机不能自动复位的故障原因则是刮水电动机本身的问题。

4. 一汽佳宝 CA6361A1 微型客车刮水器电路故障查找

图 9-2 所示是一汽佳宝 CA6361A1 微型客车刮水电动机控制电路原理图。此车使用的刮水电动机控制形式为正极型控制，与图 9-1 相比，增加了间歇继电器控制电路，当使用洗涤电动机时，刮水电动机会同步低速转动。

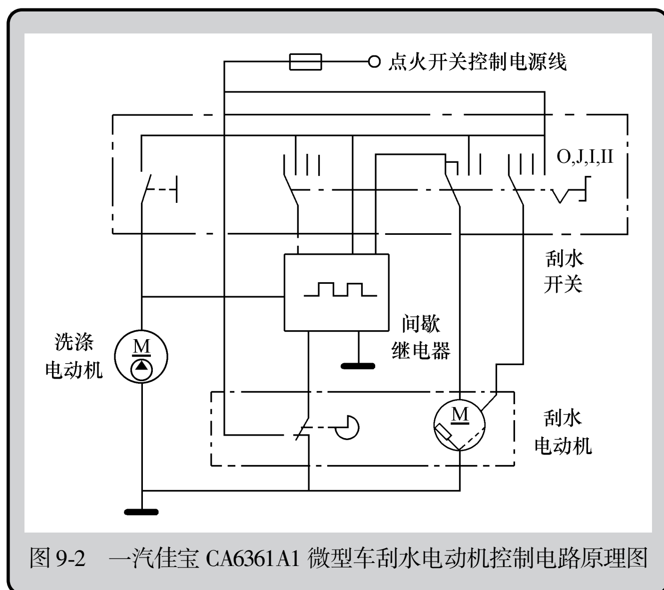


图 9-2　一汽佳宝 CA6361A1 微型车刮水电动机控制电路原理图

当刮水电动机不工作时，故障的查找可参考前述的正极型控制电路故障的查找方法进

行。在检修刮水电动机没有间歇的故障时，接通点火开关后应先按一下洗涤电动机按钮，看刮水电动机是否会转动，如果会转动，并且会自动停，则检查刮水开关及开关到间歇继电器间线路；如果电动机不会转动，则拔下间歇继电器，检测继电器的供电状况。从图 9-2 所示的电路中可以看出，当刮水开关断开时，间歇继电器的插座上应有一根线有电；当刮水开关在间歇档位时，间歇继电器的插座上应有 2 个插孔有电。如果无电，则检查相关线路；如果有电，间歇继电器处的搭铁线又良好，则插好间歇继电器，检测间歇继电器向刮水开关的输出线上是否有间歇供电并有触点吸合声。如无，则是间歇继电器有问题；如有，检查间歇继电器到刮水开关间线路和刮水开关。

5. 东风 EQ3208G 型平头柴油自卸车刮水器电路故障查找

图 9-3 所示是东风 EQ3208G 型平头柴油自卸车刮水电动机控制电路原理图。此车使用的刮水电动机控制形式为负极型控制。

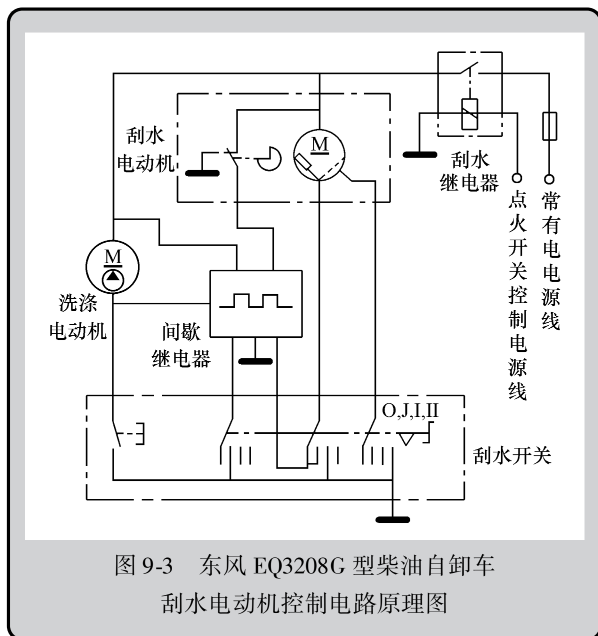


图 9-3　东风 EQ3208G 型柴油自卸车刮水电动机控制电路原理图

当刮水电动机不工作时，故障的查找可参考前述的负极型控制电路故障的查找方法进行。在检修刮水电动机没有间歇档位的故障时，接通点火开关后应先按一下洗涤电动机按钮，查看刮水电动机是否会转动。如果会转动，并且会自动停，则检查刮水开关及开关到间歇继电器间线路；如果电动机不会转动，拔下间歇继电器，检测继电器的供电状况。从图 9-3 所示的电路图中可以看出，间歇继电器的供电线只有一根线路，与图 9-2 所示电路中的间歇继电器相比，不同之处就是图 9-2 所示的刮水开关开间歇档位时，是向间歇继电器输送正电；而图 9-3 所示的电路中，当接通刮水开关的间歇档位时，刮水开关控制的是间歇继电器的搭铁。当检测间歇继电器的供电正常后，插好间歇继电器，用一导线一端搭铁，另一端接继电器处开关过来的间歇控制线，此时如果电动机间歇转动，检查继电器到刮水开关间线路和刮水开关；如果仍无间歇转动，把刮水开关拨到间歇档位，用一试灯，一端接继电器的电源，另一端接间歇继电器到刮水开关的另一接线。如果试灯亮，检查刮水开关和开关到继电器间线路；如果不亮，则是间歇继电器有问题。

★9-159　如何分析 2003 款别克君威刮水器和洗涤器控制电路?

2003 款别克君威轿车采用电动机反转复位型刮水器系统，由电源、刮水器电动机、刮水器开关及刮水器电动机内部控制模块四部分组成，它采用两个 5 端子继电器和脉冲定时器（电子控制模块）相结合的控制方式，具有调整、低速、间歇、除雾和洗涤功能，刮水系统

操作手柄如图 9-4 所示，其刮水器和洗涤器的电路如图 9-5 所示。其控制系统的独特之处在于刮水器电动机反向运转，并配合外部复位机构使刮水片停在汽车前风窗玻璃最低位置。



图 9-4　别克君威刮水系统操作手柄

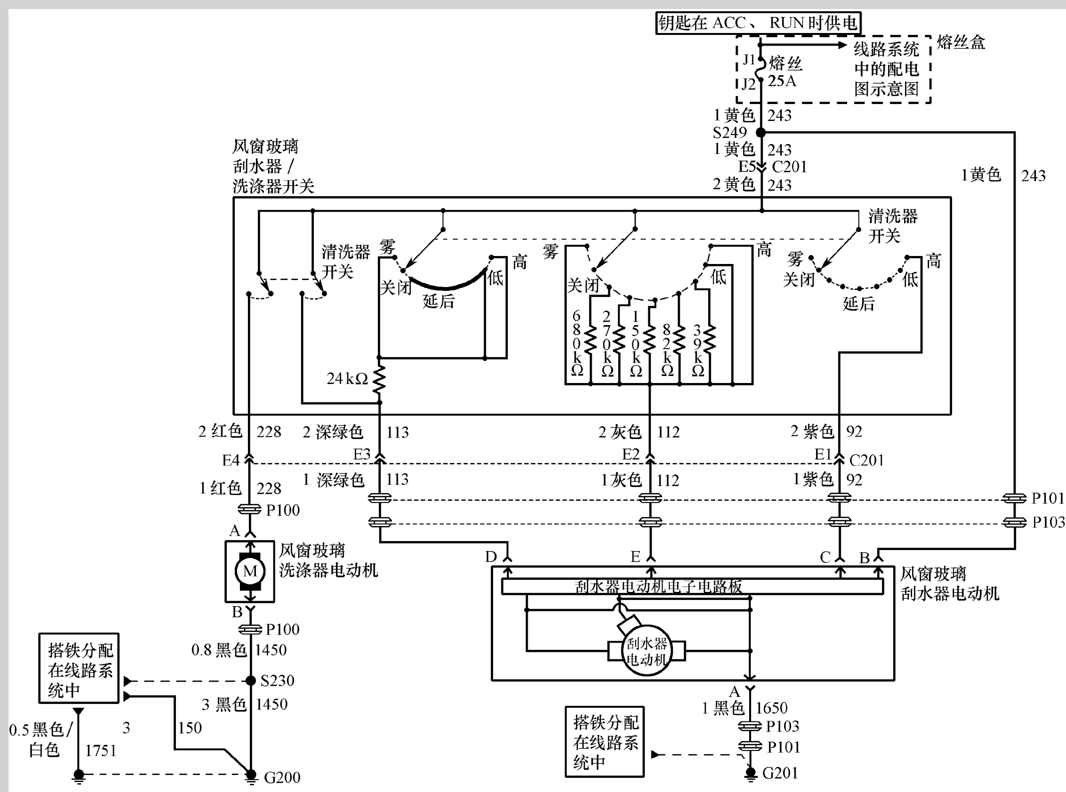


图 9-5　别克君威轿车刮水器和洗涤器电路图

1. 控制模块对刮水器电动机的控制

刮水器电动机内部控制模块对刮水器电动机的控制电路如图 9-6 所示。

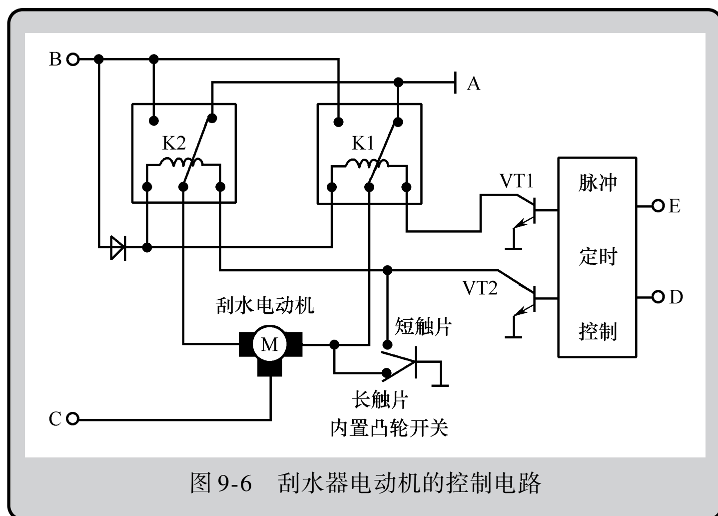


图 9-6　刮水器电动机的控制电路

（1）低速时　VT2 基极为常高电平，VT2 导通，继电器 K2 常开触点闭合，电源经端子 B→K2 常开触点→刮水器电动机→K1 常闭触点→端子 A→搭铁。

（2）高速时　VT2 基极为常低电平，VT2 截止，C 端子供电，电源经 C 端子→刮水器电动机→K2 常闭触点→端子 A→搭铁。

（3）间歇工作时　端子 D、E 的供电使脉冲定时控制电路（定时电路）工作，在 VT1 和 VT2 的基极得到一个相反工作的脉冲信号（脉冲宽度可由外部电阻值调节），当 VT2 基极为高电平脉冲时，VT2 导通，电动机以低速形式正向运转，当 VT2 基极为低电平脉冲时，VT1 基极为高电平脉冲，VT1 导通，VT2 截止，K1 继电器常开触点闭合，同时内复位开关断开，电源经端子 B→K1 常开触点→刮水器电动机→K2 常闭触点→端子 A→搭铁，电动机反向运转，配合外复位机构使刮水片落在风窗玻璃最底端。

（4）除雾工作时　端子 D 通过外接 24kΩ 电阻供电 1 次（为点动时，若长时间通电，则与低速工作方式相同），VT2 基极得到 1 个脉冲信号（脉冲宽度由 24kΩ 电阻决定），电动机低速运转 1 次后复位。

2. 刮水器电动机复位的控制

如上所述，当刮洗结束而刮水器开关断开时，控制电路反向运转刮水器电动机，实现停机复位功能。刮水器电动机的反转原理是改变直流电动机的电流方向，如图 9-5 所示，当刮水器开关置于“OFF”位，且刮水片运动到前风窗玻璃低端处时，刮水器电动机内置凸轮把复位触片（长、短）均顶开，外电路使端子 D 供电（图 9-6），同时，脉冲定时控制电路内电容经晶体管 VT1 放电，使 VT1 导通一段时间，K1 继电器线圈被通电，K1 常开触点闭合（此时，端子 D、E 断电，VT2 一直处于截止状态）电源经 B→K1 常开触点→刮水器电动机→K2 常闭触点→端子 A→搭铁，刮水器电动机被反向通电，刮水器电动机反向运转，外复位机构在刮水器电动机带动下底板反转时，棘爪与凸耳抵住，下底板不转，月形板下销轴嵌在下底板长形槽内，月形板不转，偏心圆板继续转，推动月形板，将月形板上销轴移出上盖板的凹槽，月形板推动曲柄臂向外移，内部停止开关触动后，刮水器电动机停止反转，使刮水片停

在更低的位置。

3. 刮水器系统控制电路的检测

刮水器系统控制电路检测的思路是：首先检查熔丝是否熔断，连接器是否松脱，线路有无断路；然后检查开关是否正常；最后检查电动机及控制模块。

（1）线路与连接器的检测　用万用表检查刮水器熔丝是否开路，将点火开关设在运行（RUN）位置，用直流20V电压档测量刮水器/洗涤器开关连接器C201端子E5至搭铁的电压（图9-5），应为电源电压；断开刮水器电动机连接器，测试刮水器电动机各端子的电压，对于2003款别克君威2.0轿车刮水器电动机各端子电压见表9-1。

表9-1　2003款别克君威2.0轿车刮水器电动机各端子电压　　单位：V

刮水器开关位置	端子B	端子C	端子D	端子E
Mist	10.5～15	0	≤1	10.5～15
Off	10.5～15	0	0	0
Delay	10.5～15	0	≤1	≤1
Lo	10.5～15	0	≤1	10.5～15
Hi	10.5～15	10.5～15	≤1	10.5～15

（2）刮水器电动机的检测　将刮水器电动机从总成上拆下，将刮水器电动机负电刷接蓄电池负极，正电刷和偏置电刷各接蓄电池正极一次，如果两次刮水器电动机都平稳转动，且接偏置电刷时转速较高，则说明刮水器电动机正常，否则应检修或更换刮水器电动机。

（3）控制继电器的检测　先用数字式万用表检测两个5端子继电器（或熔丝盒内2个速度控制继电器）的线圈通断情况，若线路与刮水器电动机正常，电路故障仍然存在，则更换控制模块。

别克君威轿车的刮水器系统，由于其采用了继电器和电子模块的控制，因此，在分析与检测刮水器系统时，要求必须掌握控制模块的控制方式，这对分析检测刮水器系统具有重要的意义。

☆9-160　如何分析2009款别克君威刮水器和洗涤器控制电路？

2009款别克君威2.0轿车刮水器系统电路如图9-7所示。

1. 停机复位控制

与2003款别克君威2.0轿车刮水器系统相比，在2009款别克君威中，将速度控制继电器（图9-6中K2）放到了熔丝盒内，上述的电子电路则放入了车身控制模块中，取消了刮水器电动机反转控制继电器（图9-6中K1），刮水器电动机采用永磁式，刮水器电路有一个自回位装置，该装置由蜗轮和凸轮板组成，目的是在刮水器开关接通时使电路暂时接合，用以实现停机复位功能。

2. 转速控制

车身控制模块接收高、低2个电压信号，图9-7中车身控制模块的两端子20、13（相当于图9-6中端子C、E）和一个搭铁信号。高电位信号用于决定刮水器的高速运行，低电位信

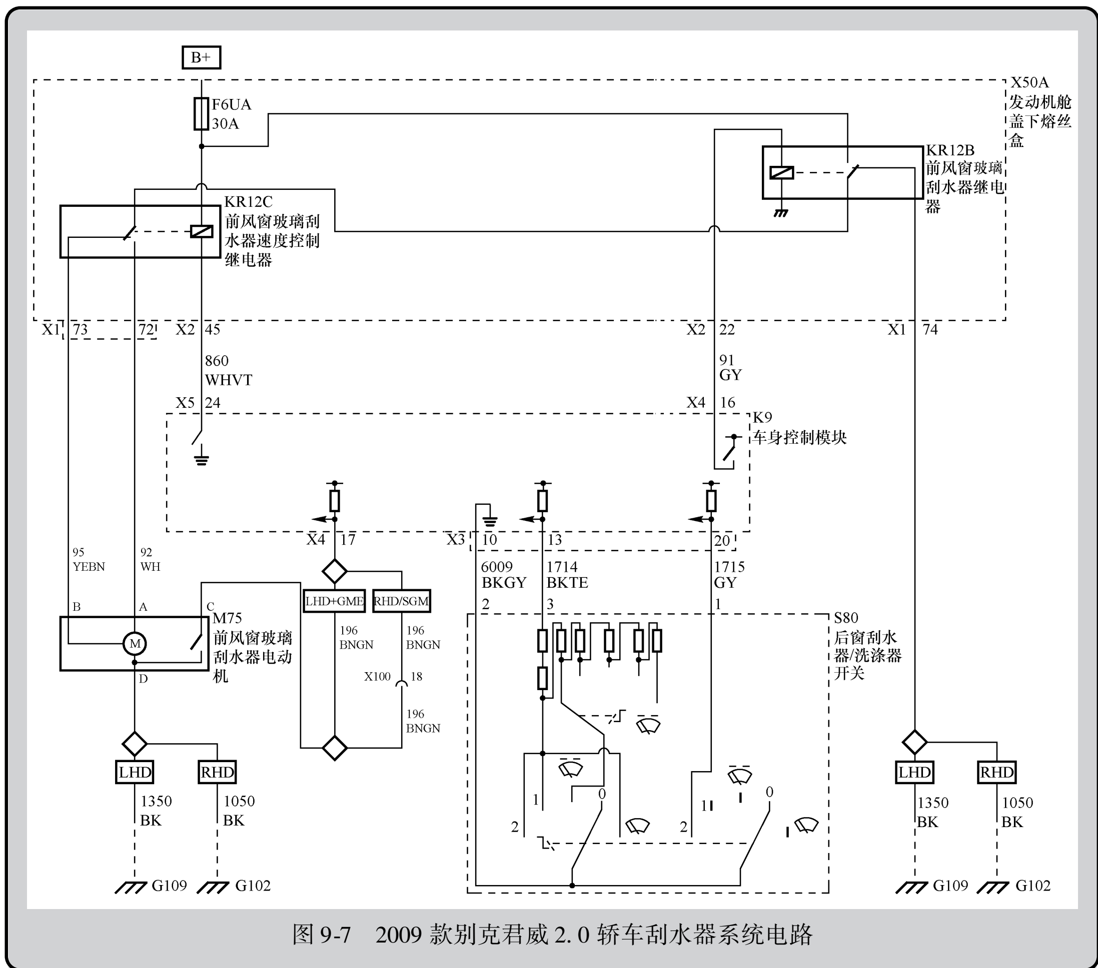


图 9-7 2009 款别克君威 2.0 轿车刮水器系统电路

号通过使用电阻器阶梯来决定刮水器的低速运行、间歇式运行和除雾操作，前风窗玻璃洗涤器开关信号电路用于决定洗涤器运行。车身控制模块通过两个输出来控制刮水器速度(高速或低速)继电器。故新款别克君威车身控制模块内电路的间歇控制，可以用上述相似方法分析。

★9-161 如何检修别克凯越无雨量传感器的风窗刮水系统及洗涤系统?

1. 系统的组成和功能

无雨量传感器的风窗刮水系统及洗涤系统主要由刮水器电动机、刮水器臂、刮水片、刮水器/洗涤器开关(图 9-8)、洗涤液罐、电动洗涤液泵、喷嘴和软管等组成。该系统具有刮水器高速、低速或间歇动作，刮水器关闭，刮水片复位，洗涤风窗和自动空调控制等功能。

2. 系统的操作

通过刮水器/洗涤器开关可以实现刮水器的高速、低速或间歇动作，刮水器关闭和洗涤功能外，在刮水器/洗涤器开关关闭时，还可以实现刮水片的自动复位功能。通过间歇开关还可以实现刮水器动作时间间隔的调节。当风窗刮水系统处于工作状态，且自动空调系统处于自动控制时，自动空调系统能够自动切换至除雾模式。



图 9-8　别克凯越刮水器/洗涤器开关

3. 系统的控制原理

系统的控制电路如图 9-9 所示。

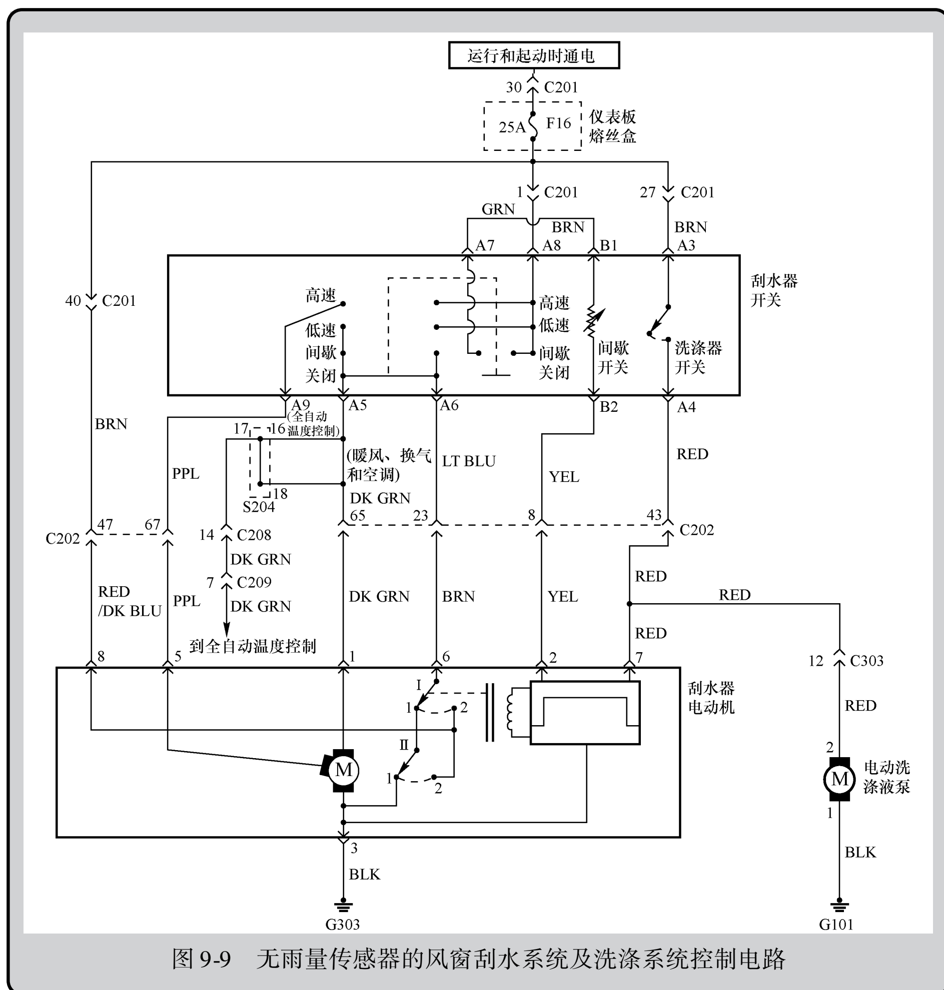


图 9-9　无雨量传感器的风窗刮水系统及洗涤系统控制电路

系统各种功能的控制原理如下。

（1）刮水器的高速控制　当把刮水器/洗涤器开关切换至高速位置时，即可实现刮水器的高速动作。刮水器的高速控制电路为：15 号线→连接器 C201 的 30 号端子→熔丝 F16→连接器 C201 的 1 号端子→刮水器/洗涤器开关的 A8 号端子→刮水器/洗涤器开关的 A9 号端子→连接器 C202 的 67 号端子→刮水器电动机的 5 号端子→刮水器电动机→刮水器电动机的 3 号端子→搭铁点 G303。

（2）刮水器的低速控制　当把刮水器/洗涤器开关切换至低速位置时，即可实现刮水器的低速动作。刮水器的低速控制电路为：15 号线→连接器 C201 的 30 号端子→熔丝 F16→连接器 C201 的 1 号端子→刮水器/洗涤器开关的 A8 号端子→刮水器/洗涤器开关的 A5 号端子→连接器 C202 的 65 号端子→刮水器电动机的 1 号端子→刮水器电动机→刮水器电动机的 3 号端子→搭铁点 G03。

（3）刮水器的间歇动作控制　当把刮水器/洗涤器开关切换至间歇位置时，即可实现刮水器的间歇动作。刮水器的间歇动作控制电路为：15 号线→连接器 C201 的 30 号端子→熔丝 F16→连接器 C201 的 1 号端子→刮水器/洗涤器开关的 A8 号端子→刮水器/洗涤器开关的 A7 号端子→刮水器/洗涤器开关的 B1 号端子→间歇开关→刮水器/洗涤器开关的 B2 号端子→连接器 C202 的 8 号端子→刮水器电动机的 2 号端子→间歇控制器→刮水器电动机的 3 号端子→搭铁点 G303。

间歇控制器通电动作，使刮水器电动机内的开关Ⅰ从位置 1 切换至位置 2，刮水器电动机开始间歇动作。其控制电路为：15 号线→连接器 C201 的 30 号端子→熔丝 F16→连接器 C201 的 40 号端子→连接器 C202 的 47 号端子→刮水器电动机的 8 号端子→开关Ⅰ的 2 号端子→刮水器电动机的 6 号端子→连接器 C202 的 23 号端子→刮水器/洗涤器开关的 A6 号端子→刮水器/洗涤器开关的 A5 号端子→连接器 C202 的 65 号端子→刮水器电动机的 1 号端子→刮水器电动机→刮水器电动机的 3 号端子→搭铁点 G03。

当改变间歇开关的电阻时，间歇控制器可以改变刮水器动作的时间间隔。

（4）刮水片自动复位的控制　当把刮水器/洗涤器开关切换至关闭位置时，若刮水片没有复位，则刮水器电动机内的开关Ⅱ从位置 1 切换至位置 2。刮水器电动机将继续动作，直至刮水片复位。此时刮水器电动机的控制电路为：15 号线→连接器 C201 的 30 号端子→熔丝 F16→连接器 0201 的 40 号端子→连接器 0202 的 47 号端子→刮水器电动机的 8 号端子→开关Ⅱ的 2 号端子→开关Ⅰ的 1 号端子→刮水器电动机的 6 号端子→连接器 C202 的 23 号端子→刮水器/洗涤器开关的 A6 号端子→刮水器/洗涤器开关的 A5 号端子→连接器 C202 的 65 号端子→刮水器电动机的 1 号端子→刮水器电动机→刮水器电动机的 3 号端子→搭铁点 G303。

（5）电动洗涤液泵的控制　当把刮水器/洗涤器开关切换至洗涤位置时，电动洗涤液泵动作，同时刮水器动作。电动洗涤液泵的控制电路为：15 号线→连接器 C201 的 30 号端子→熔丝 F16→连接器 C201 的 27 号端子→刮水器/洗涤器开关的 A3 号端子→刮水器/洗涤器开关的 A4 号端子→连接器 C202 的 43 号端子→连接器 C303 的 12 号端子→电动洗涤液泵→搭铁点 G101。

电动洗涤液泵动作的同时，刮水器电动机内的间歇控制器通电动作。

（6）自动空调除雾模式的控制　在自动空调系统处于“AUTO”模式，且自动空调系统

控制器接收到刮水信号 1min 后，自动空调系统控制器即自动切换至除雾模式(空调压缩机工作,空气循环处于外循环状态)。

此时刮水信号电路为：15 号线→连接器 C201 的 30 号端子→熔丝 F16→连接器 C201 的 40 号端子→连接器 C202 的 47 号端子→刮水电动机的 8 号端子→开关Ⅱ的 2 号端子→开关Ⅰ的 1 号端子→刮水电动机的 6 号端子→连接器 C202 的 23 号端子→刮水器/洗涤器开关的 A6 号端子→刮水器/洗涤器开关的 A5 号端子→连接器 C208 的 14 号端子→连接器 C209 的 7 号端子→自动空调系统控制面板的 B7 号端子。

由于刮水器的动作，使开关Ⅱ有规律地在位置 1 与 2 之间切换。刮水信号电压也在 0V 与 12V 之间有规律地变化。

在刮水器停止动作 20s 后，自动空调系统回到原来状态。

4. 刮水系统的检修

（1）风窗刮水系统不工作　风窗刮水系统不工作，应进行以下项目的检修。

1）熔丝 F16 是否熔断。

2）刮水器/洗涤器开关的 A8 号端子与电源间的电路是否有故障。检查方法：用一端搭铁良好的测试灯，另一端接到刮水器/洗涤器开关的 A8 号端子，点火开关转至接通位置时，测试灯若不亮，则此电路有故障(包括断路、电路中电阻过大、接触不良或对搭铁短路)。

3）刮水器/洗涤器开关是否有故障。检查方法：把刮水器/洗涤器开关置于高速位置，用一端搭铁良好的测试灯，另一端接到刮水器/洗涤器开关 A9 号端子，点火开关转至接通位置时，测试灯若不亮，则刮水器/洗涤器开关有故障。

4）刮水器电动机是否有故障。检查方法：脱开刮水器电动机导线侧连接器，将测试灯一端接到刮水器电动机导线侧连接器的 5 号端子，另一端接到刮水器电动机导线侧连接器的 3 号端子。把点火开关转至接通位置时，若测试灯亮，则刮水器电动机有故障。

5）刮水器电动机的 3 号端子与搭铁间电路是否有故障。检查方法：断开刮水器电动机导线侧连接器，用一端接蓄电池正极的测试灯，另一端接到刮水器电动机导线侧连接器的 3 号端子，若测试灯不亮，则此电路有故障。

（2）风窗刮水系统无高速档　风窗刮水系统无高速档，应进行以下项目的检修。

1）刮水器/洗涤器开关是否有故障。检查方法与上述 3)中所述相同。

2）刮水器/洗涤器开关的 A9 号端子与刮水器电动机的 5 号端子之间电路是否有故障。检查方法：用一端搭铁良好的测试灯，另一端接至刮水器电动机的 5 号端子。当点火开关接通，且把刮水器/洗涤器开关置于高速位置时，若测试灯不亮，则此电路有故障(包括断路、电路中电阻过大、接触不良或对搭铁短路)。

3）刮水器电动机是否有故障。检查方法与上述 4)中所述相同。

（3）风窗刮水系统无低速档　风窗刮水系统无低速档，应进行以下项目的检修。

1）刮水器/洗涤器开关是否有故障。检查方法：用一端搭铁良好的测试灯，另一端接至刮水器/洗涤器开关的 A5 号端子，当点火开关接通时，若测试灯不亮，则刮水器/洗涤器开关有故障。

2）刮水器/洗涤器开关的 A5 号端子与刮水器电动机的 1 号端子之间电路是否有故障。检查方法：用一端搭铁良好的测试灯，另一端接至刮水器电动机的 1 号端子，当点火开关接通，且刮水器/洗涤器开关置于低速位置时，若测试灯不亮，则此电路有故障(包括断路、电

路中电阻过大、接触不良或对搭铁短路）。

3）刮水器电动机是否有故障。检查方法：断开刮水器电动机导线侧连接器，将测试灯一端接到刮水器电动机导线侧连接器的 1 号端子，另一端接到刮水器电动机导线侧连接器的 3 号端子。点火开关转至接通位置时，若测试灯亮，则刮水器电动机有故障。

（4）风窗刮水系统无间歇档　风窗刮水系统无间歇档，应进行以下项目的检修。

1）刮水器/洗涤器开关是否有故障。

2）刮水器/洗涤器开关的 A7 号端子与 B1 号（B2 号）端子间电路是否有故障。

3）刮水器/洗涤器开关的 B2 号（B1 号）端子与刮水器电动机的 2 号端子间电路是否有故障。

4）熔丝 F16 与刮水器电动机 8 号端子间电路是否有故障。

5）刮水器电动机是否有故障。

▲9-162　如何检修别克凯越有雨量传感器的风窗刮水系统及洗涤系统?

该系统除常规风窗刮水系统及洗涤系统的组成和功能外，刮水器电动机内间歇控制器由原来的 1 个增加为 2 个，刮水器/洗涤器开关的间歇位置由自动位置取代，刮水器/洗涤器开关内的间歇开关改为雨量传感器开关，并配置了雨量传感器。雨量传感器安装在风窗玻璃内侧，紧靠后视镜位置。雨量传感器能产生红外线，并以 45°角照射到风窗玻璃上。若风窗玻璃干燥，则被反射回的红外线较多。若风窗玻璃上有水，则被反射回的红外线较少。风窗玻璃反射回的红外线随风窗玻璃上水的多少而相应变化，雨量传感器就是根据风窗玻璃反射回的红外线多少来感知雨量大小的。当刮水器/洗涤器开关置于“AUTO”位置时，刮水器能根据雨量传感器感知的雨量大小自动改变动作速度的快慢，其控制电路如图 9-10 所示。

1. 刮水器的工作过程

当刮水器/洗涤器开关置于“AUTO”位置时，雨量传感器的控制电路为：15 号线→连接器 C201 的 30 号端子→熔丝 F16→连接器 C201 的 1 号端子→刮水器/洗涤器开关的 A8 号端子→刮水器/洗涤器开关的 A7 号端子→刮水器/洗涤器开关的 B1 号端子→雨量传感器开关→刮水器/洗涤器开关的 B2 号端子→连接器 C202 的 8 号端子→连接器 C204 的 8 号端子→雨量传感器的 5 号端子→雨量传感器。

雨量传感器的 5 号端子上有电压时便处于工作状态。当改变雨量传感器开关的位置时，雨量传感器 5 号端子的电压也相应变化。而雨量传感器根据其 5 号端子电压的高低，在相同雨量时，控制刮水器动作速度也相应变化。

当雨量小时，雨量传感器通过控制刮水器电动机 6 号端子的电压（0V 或 12V）来控制间歇控制器 A 的间歇时间。当间歇控制器 A 工作时，开关Ⅰ从位置 1 切换至 2，刮水器以较慢的速度工作。此时刮水器控制电路为：15 号线→连接器 C201 的 30 号端子→熔丝 F16→连接器 C201 的 40 号端子→连接器 C202 的 47 号端子→刮水器电动机的 8 号端子→开关Ⅰ的 2 号端子→刮水器电动机的 2 号端子→连接器 C202 的 23 号端子→刮水器/洗涤器开关的 A6 号端子→刮水器/洗涤器开关的 A5 号端子→连接器 C202 的 65 号端子→刮水器电动机的 1 号端子→开关Ⅱ的 2 号端子→刮水器电动机→刮水器电动机的 3 号端子→搭铁点 G303。

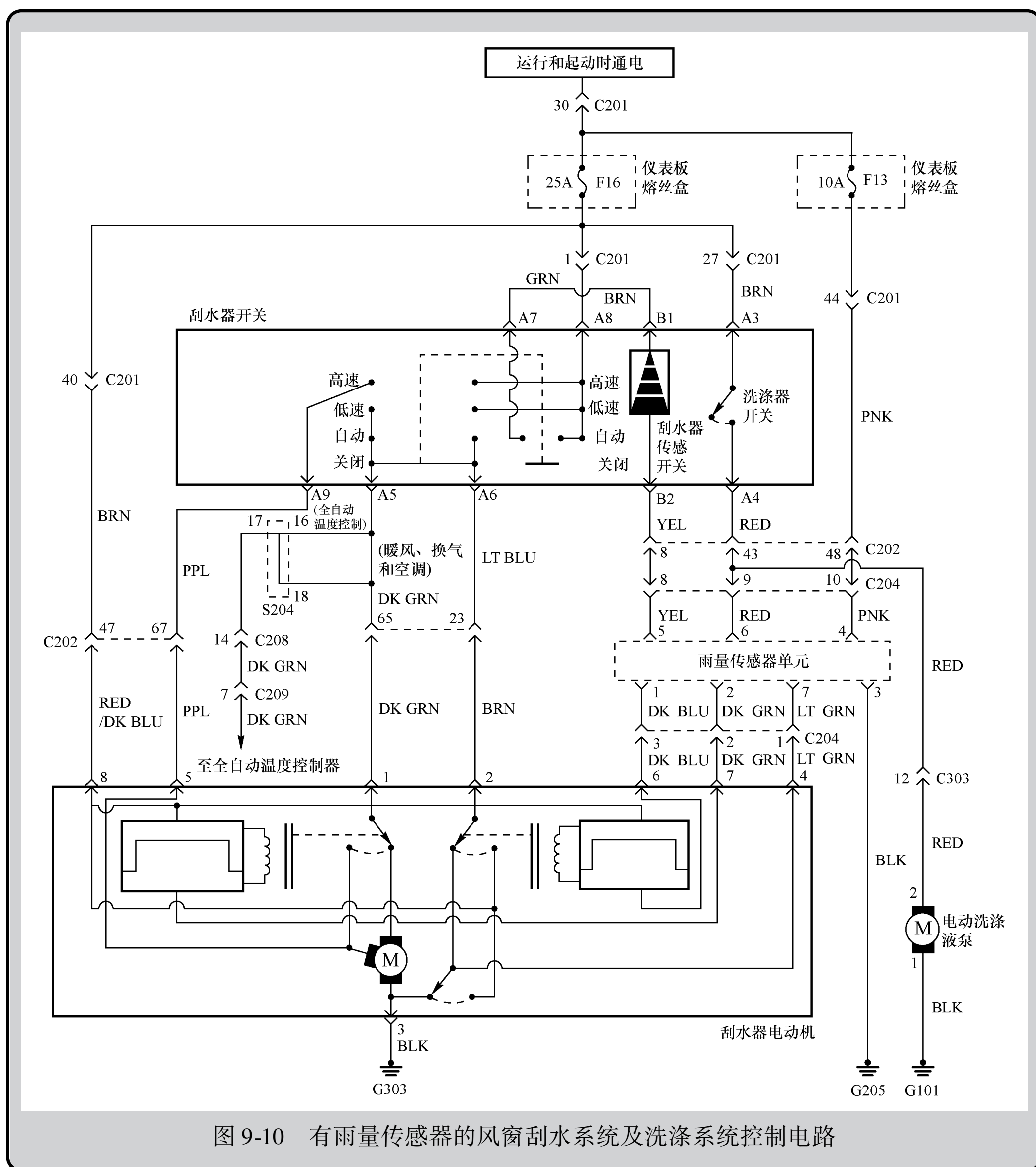


图 9-10　有雨量传感器的风窗刮水系统及洗涤系统控制电路

当雨量大时，间歇控制器 A 工作的同时，雨量传感器通过控制刮水器电动机的 7 号端子的电压（0V 或 12V）来控制间歇控制器 B 的间歇时间。当间歇控制器 B 工作时，开关Ⅱ从位置 2 切换至 1，刮水器以较快的速度工作。此时刮水器控制电路为：15 号线→连接器 C201 的 30 号端子→熔丝 F16→连接器 C201 的 40 号端子→连接器 C202 的 47 号端子→刮水器电动机的 8 号端子→开关Ⅰ的 2 号端子→刮水器电动机的 2 号端子→连接器 C202 的 23 号端子→刮水器/洗涤器开关的 A6 号端子→刮水器/洗涤器开关的 A5 号端子→连接器 C202 的 65 号端子→刮水器电动机的 1 号端子→开关Ⅱ的 1 号端子→刮水器电动机→刮水器电动机的 3 号端子→搭铁点 G303。

雨量传感器的 7 号端子用来反馈刮水器动作的快慢。

2. 刮水器的检修

（1）风窗刮水系统无自动档　风窗刮水系统无自动档，应进行以下项目的检修。

1）熔丝 F16 是否熔断。

2）插头 C201 的 30 号端子与雨量传感器的 4 号端子间电路是否有故障。

3）雨量传感器的 3 号端子与搭铁间电路是否有故障。

4）刮水器/洗涤器开关是否有故障。

5）刮水器/洗涤器开关的 A7 号端子与 B1 号(B2 号)端子间电路是否有故障。

6）刮水器/洗涤器开关的 B2 号(B1 号)端子与雨量传感器的 5 号端子间电路是否有故障。

7）雨量传感器是否有故障。

8）雨量传感器的 1 号端子与刮水器电动机的 6 号端子间电路是否有故障。

9）刮水器电动机是否有故障。

（2）刮水片不能复位　刮水片不能复位，应检查刮水器电动机是否有故障。

（3）电动洗涤液泵不工作　电动洗涤液泵不工作，应进行以下项目的检修。

1）熔丝 F13 是否熔断。

2）熔丝 F16 与刮水器/洗涤器开关的 A3 号端子间电路是否有故障。

3）刮水器/洗涤器开关的 A4 号端子与电动洗涤液泵的 2 号端子间电路是否有故障。

4）电动洗涤液泵的 1 号端子与搭铁间电路是否有故障。

5）刮水器/洗涤器开关是否有故障。

6）电动洗涤液泵是否有故障。

▲9-163　如何分析日产天籁轿车电动刮水器系统?

日产天籁轿车电动刮水器(只有前刮水器)采用 CAN 数据总线控制，具有低速刮水、高速刮水、间歇刮水、点动刮水、自动复位及洗涤等功能。

1. 电路组成及基本原理

如图 9-11 所示，天籁轿车电动刮水器电路由组合开关、车身控制模块(BCM)、发动机室智能电力分配模块(IPDM E/R)、前刮水器电动机总成、前洗涤电动机及 CAN 数据总线等组成，其中发动机室智能电力分配模块由 CPU、前刮水继电器、前刮水高速继电器、点火继电器和熔丝组成。BCM 负责接收组合开关或前刮水电动机总成复位开关信号，并通过 CAN 数据总线将前刮水器请求信号发送给 IPDM E/R，然后由 IPDM E/R 控制前刮水器继电器和前刮水器高速继电器的工作状态，从而控制前刮水器电动机的工作状态。

2. 电路分析

日产天籁轿车电动刮水器的组合开关(图 9-12)共有 MIST(点动刮水)、LO(低速刮水)、HI(高速刮水)、INT(间歇刮水)、OFF(自动复位)和 WASHER(洗涤)5 个档位。各档位的电路如图 9-13 和图 9-14 所示。

3. 天籁轿车电动刮水器电路故障诊断及排除

天籁轿车刮水器电路出现故障会导致刮水器不工作、刮水器无高速档、刮水器仅高速档正常、刮水器间歇时间无法调节、刮水器间歇时间不受车速控制、前刮水器无法停止、前刮

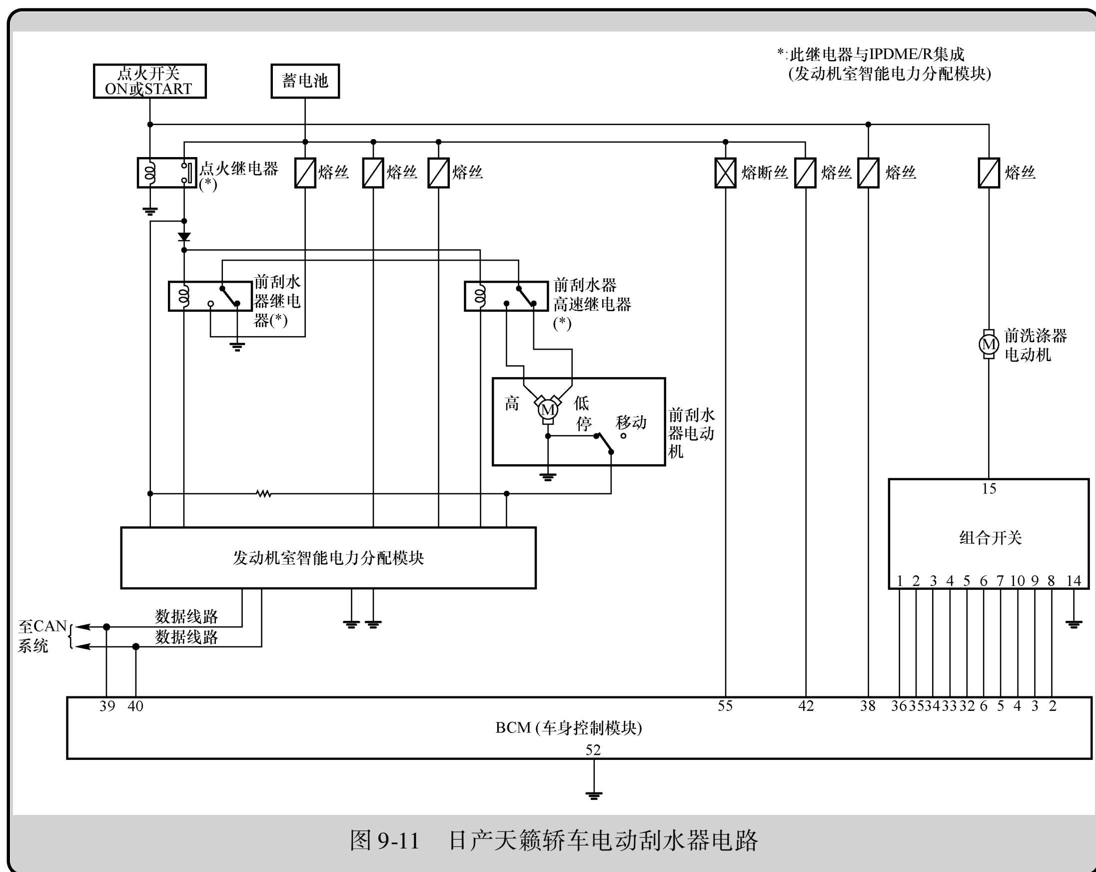


图 9-11　日产天籁轿车电动刮水器电路



图 9-12　日产天籁轿车电动刮水器组合开关

水器无法复位及洗涤档刮水器不工作等现象。出现上述故障现象时，首先根据电路原理分析可能的故障位置，然后设计出故障诊断流程图，最后应用 CONSULT-II 和万用表进行诊断。下面以前刮水器不工作的故障为例说明诊断思路。

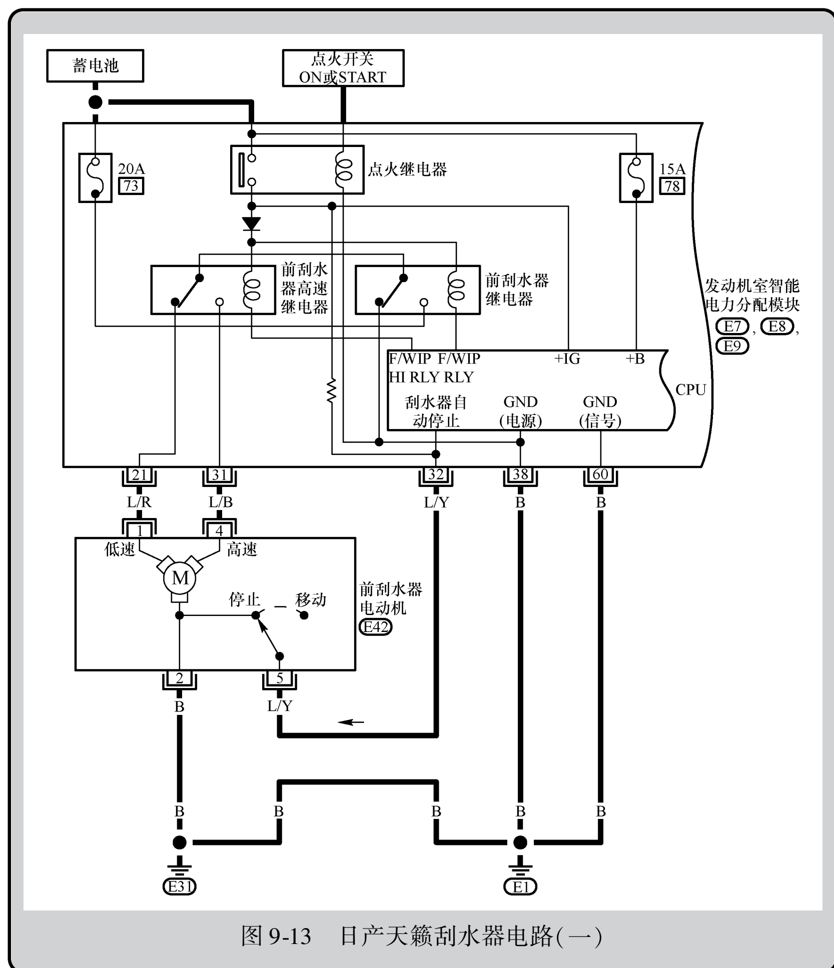


图 9-13　日产天籁刮水器电路(一)

一辆日产天籁轿车前刮水器不工作。首先依据电路原理分析出可能的故障位置为熔丝、组合开关、BCM、IPDM E/R、前刮水器电动机、前刮水器电动机搭铁线、组合开关与 BCM 之间的线路、BCM 与 IPDM E/R 之间的 CAN 数据总线或 IPDM E/R 与前刮水器电动机之间的线路；然后设计出故障诊断流程图(图 9-15)；最后按照故障诊断流程图进行故障诊断，具体诊断步骤如下。

（1）利用 CONSULT-Ⅱ确定 RCM 是否接收到组合开关的信号

1）连接 CONSULT-Ⅱ后，接通点火开关。

2）在 CONSULT-Ⅱ上选择“BCM”。当“DATA MONITOR(数据监控)”上显示有“WIPER(刮水器)”时，观察“FR WIPER INT”、“FR WIPER LOW”、“FR WIPER HI”是否能根据组合开关的操作在 ON 和 OFF 之间切换。若不能，则说明组合开关或组合开关至 BCM 之间的线路出现故障，应进一步检查；若能，则转到步骤(2)。

（2）利用 CONSULT-Ⅱ确定 IPDM E/R 是否能驱动前刮水器电动机工作

1）在 CONSULT-Ⅱ上选择“IPDM E/R"，然后选择“SELECT DIAG MODE(选择诊断模式)”画面上的“ACTIVE TEST(主动测试)”。

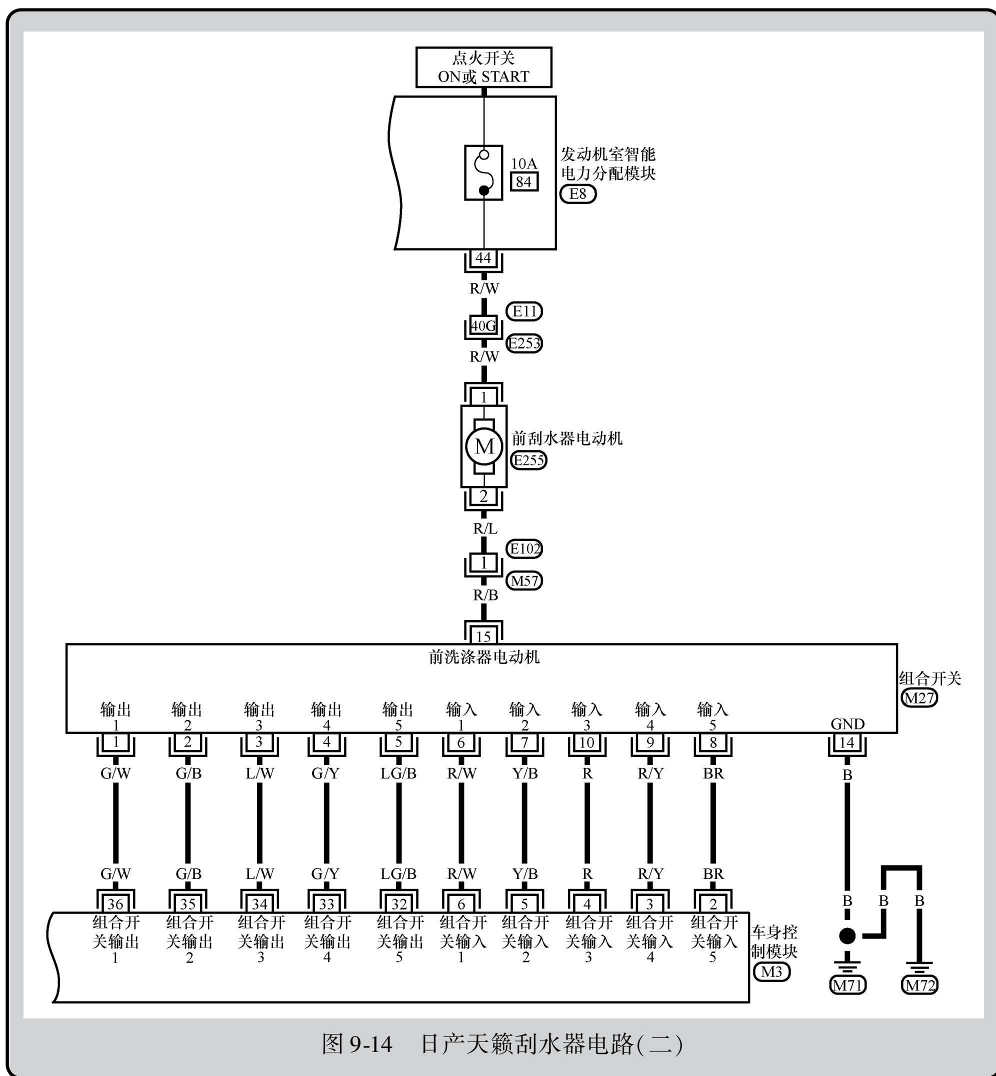


图 9-14　日产天籁刮水器电路(二)

2）选择“SELECT TEST ITEM(选择测试项目)”画面上的“FRONT WIPER(前刮水器)”，按下“HI”或“LO”时，观察刮水器电动机是否能实现高速或低速运转。若能，则转到步骤(3)；若不能，则应检查熔丝，若熔丝正常，则转到步骤(4)。

(3) 确定 IPDM E/R 是否接收到前刮水器请求信号

1）在 CONSULT-Ⅱ上选择“IPDM E/R”，然后选择“SELECT DIAG MODE”画面上的“DATA MONITOR”。

2）观察前刮水器开关处于“LO”和“HI”时，“FR WIPREQ(前刮水器请求信号)”是否相应变成了“LOW”和“HIGH”。若是，则应更换 IPDM E/R；否则，则说明 IPDM E/R 与 BCM 之间的 CAN 通信线路或 BCM 出故障，应进一步检查。

(4) 确定 IPDM E/R 是否发出控制信号

1）在 CONSULT-Ⅱ上选择“IPDM E/R”，然后选择“SELECT DIAG MODE”画面上的“ACTIVE TEST”。

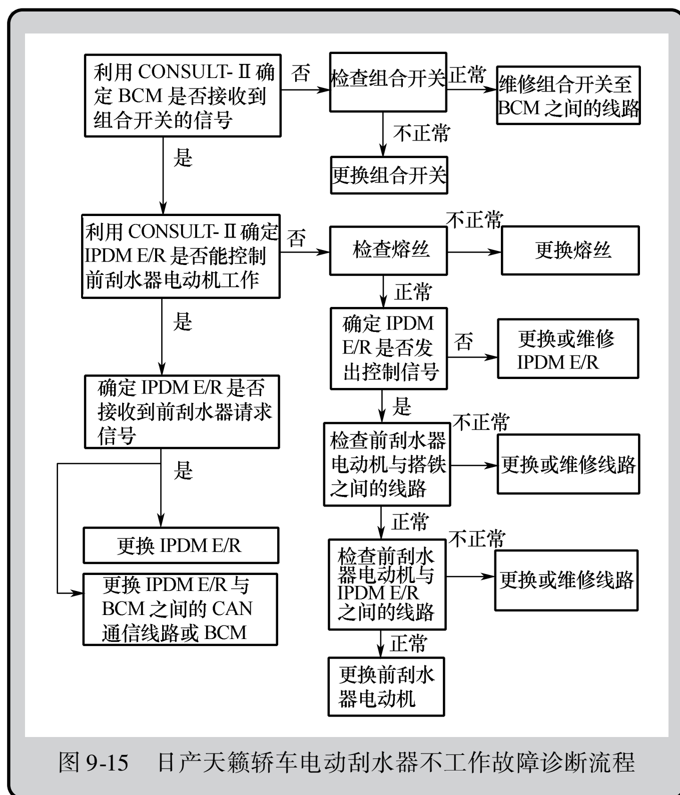


图 9-15　日产天籁轿车电动刮水器不工作故障诊断流程

2）选择“SELECT TEST ITEM”画面上的“FRONT WIPER”，按下“HI”或“LO”时，测量前刮水器电动机端子 4 或端子 1 的电压，观察是否为电源电压。若为电源电压，则应进一步检查前刮水器电动机、IPDM E/R 与前刮水器电动机以及前刮水器电动机之间的线束；若无电压，则应更换或维修 IPDM E/R。

★9-164　如何诊断速腾车刮水控制系统的故障?

由于大众系列车辆近年来在 PQ35（包括 PQ46）平台所制造的车型上大量运用了总线技术，使得很多车辆维修人员对一些系统的结构、原理的学习难度有所增加，现针对速腾车刮水控制系统的结构原理进行详细介绍。

1. 速腾车刮水控制系统的组成及功能

速腾车刮水控制系统由刮水器电动机控制单元（J400）、刮水联动杆、刮水片、刮水臂、车辆中央电器控制单元（J519）、刮水开关（E）、转向柱开关模块（J527）、点火开关（D）、发动机室盖接触开关（F266）、雨量传感器（6397）、网关（J533）、CAN 数据总线、ABS 控制单元（J104）及轮速传感器等组成（图 9-16）。速腾车的刮水控制系统除了正常的刮水清洗作用之外还有下列一些特殊功能。

（1）APS 功能　APS 功能就是刮水片可变停留位置功能。为了防止刮水片在刮水控制系统关闭后复位时的停留位置一直不变会引起刮水片的橡胶部分变形，每两次关闭刮水控制系统或每 5 次关闭点火开关后，刮水片的停留位置会被重新设定，就是刮水片在停止位置之

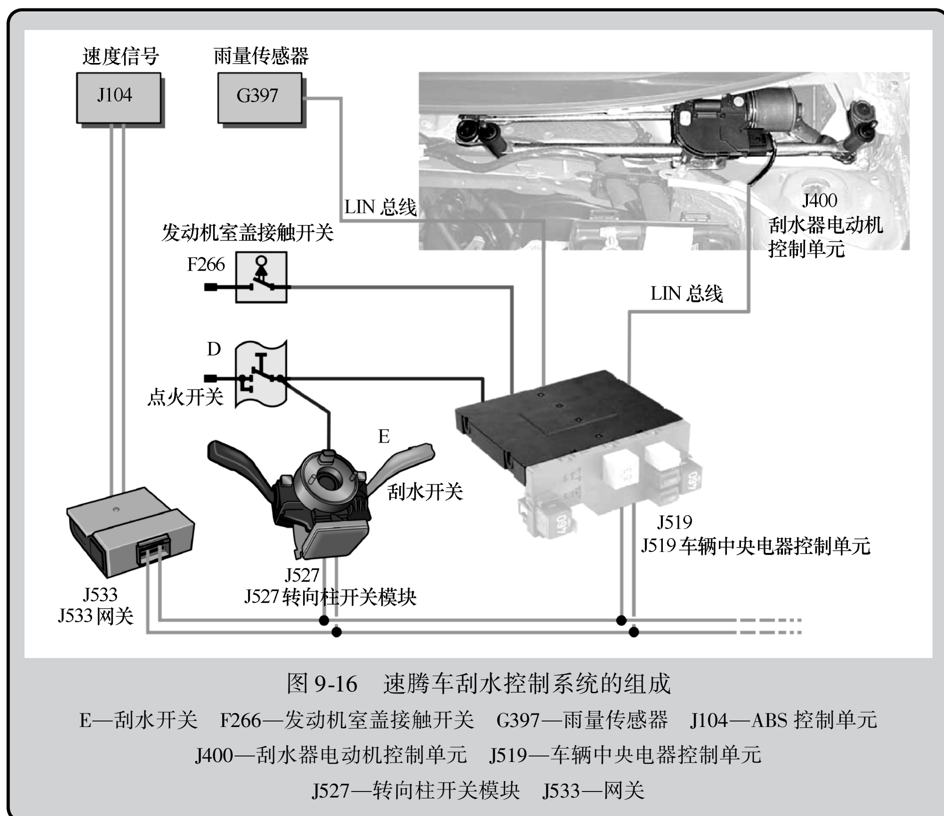


图 9-16 速腾车刮水控制系统的组成

E—刮水开关 F266—发动机室盖接触开关 G397—雨量传感器 J104—ABS 控制单元
J400—刮水器电动机控制单元 J519—车辆中央电器控制单元
J527—转向柱开关模块 J533—网关

前的运动方向有时是从上向下的，有时是从下向上的，以防刮水片提前变形失效。APS 功能是可以关闭的，如果需要拆装更换刮水臂时 APS 必须关闭，只有这样才能确定刮水臂的最低位置。APS 功能的关闭可用 VAS5051 的引导功能进车辆中央电器控制单元内关闭（图 9-17）。当关闭 APS 功能后不能马上激活，在 100 个刮水循环后 APS 功能将自动激活。

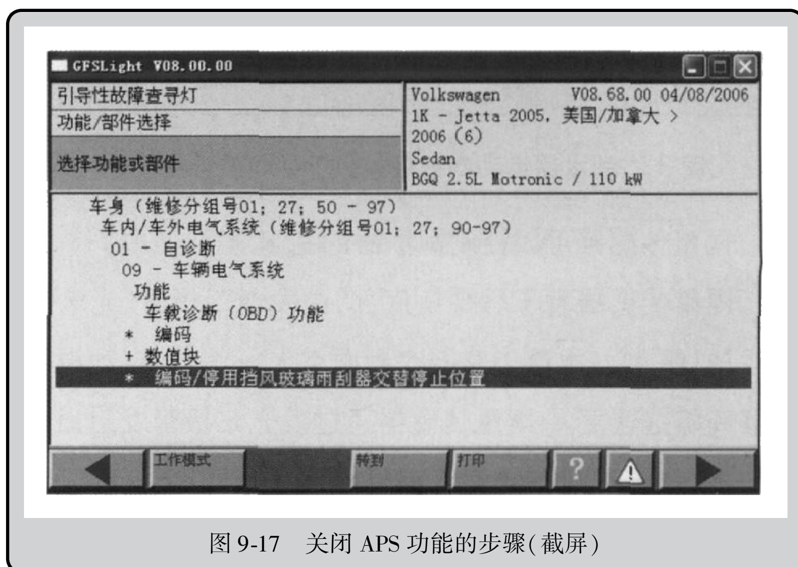


图 9-17 关闭 APS 功能的步骤（截屏）

（2）刮水防阻控制功能　当刮水器在摆动过程中遇到障碍物或冻结在风窗玻璃上时，刮水器电动机控制单元会进行5次尝试推动，如果失败，刮水器停在此位置不动以保护刮水器电动机及刮水联动杆不被损坏。清除障碍后，需再次拨动刮水开关，刮水控制系统才会继续工作。

（3）发动机室盖控制　在车辆停止时，打开发动机室盖后，刮水控制系统的功能将被禁止。当打开发动机室盖，且车速在2～16km/h时，刮水控制系统的功能同样被禁止，但当再次拨动刮水开关后，刮水控制系统的功能将被激活。当车速大于16km/h时，尽管发动机室盖被打开，刮水控制系统的功能会保持工作状态不受影响，直至车速低于2km/h后，刮水控制系统的功能重新被禁止。车辆中央电器控制单元是在接收到发动机室盖接触开关的信号及ABS控制单元的车速信号后控制刮水器电动机控制单元的。

（4）服务或冬季位置　断开点火开关20s内，将刮水开关打到点动档(Tip)位置，这时刮水器将运动到最顶端位置并保持停止不动(图9-18)，此刻可以更换刮水片(刮水片正常停止位置是有部分隐藏在发动机室盖内的)，在冬季还可以将刮水臂抬起，防止结冰。重新接通点火开关后，如果再次拨动刮水开关或车速大于2km/h时，刮水器片将自动回位。当打开发动机室盖后，则此项功能将被禁止。

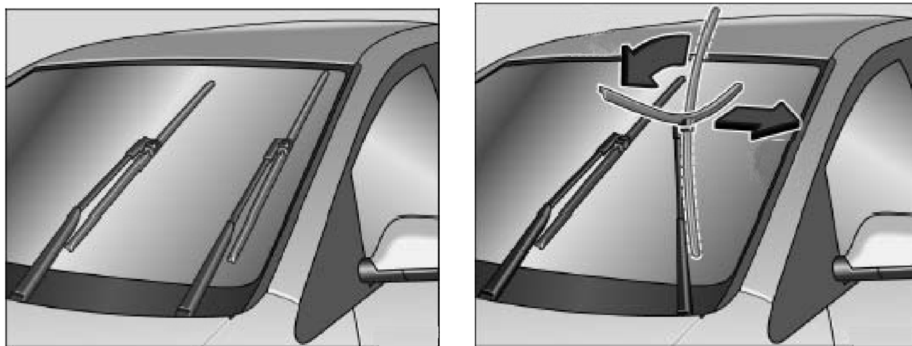


图9-18　刮水器运动到最顶端位置并保持停止不动

（5）雨量传感器可以控制刮水器的刮水速度　雨量传感器装于后视镜底部，由发光二极管、光敏二极管组成(图9-19)。雨量传感器收到雨点大小信号，自动调节刮水器间隙档速度。雨量传感器通过发光二极管发射出一束光，若前风窗玻璃干的话全部反射出来，光量反射到光敏二极管上，说明雨量小。前风窗玻璃湿的话，则反射到光敏二极管上的光弱，说明此刻雨量大。雨量传感器把此信号传递到刮水器电动机控制单元。雨量越大，刮水器的刮水速度越快。

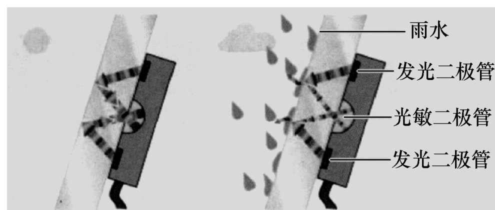


图9-19　雨量传感器的组成

（6）刮水器的刮水速度随车速变化控制　在刮水开关置于间歇档上时，刮水器的频率、

速度是与车辆的行驶速度是成正比的。

2. 刮水控制系统的检测

如果遇到刮水控制系统的功能缺失或工作不正常，可分为以下几个步骤检测。

1）用故障诊断仪读取故障码，如有故障码先按故障码检测。

2）检查供电及搭铁是否正常。

3）可用 VAS5051 的功能引导进车辆电器控制单元刮水控制系统，以确定是 J519 的前面还是后面的故障。

4）如果刮水控制系统能工作可排除刮水器电动机控制单元及 J519 到 J400 的通信部分。重点检查信号输入部分，可在读取测量数据块内读取每个输入信号(包括刮水开关的档位、发动机室盖接触开关等)，如信号都正常则更换 J519。

5）如果进行功能自诊断时刮水控制系统不能工作则要重点检查 J519 以后的部分，包括 J400 及 J519 到 J400 的通信部分，检查时如果 J400 的供电及搭铁和至 J519 的 LIN 线都正常，可以用示波器检查 LIN 上的波形，如波形正常就换 J400，如波形不正常就换 J519。

现在很多车辆的某个功能都会用到一些附加信号，这点千万不可忽视，要引起重视。比如遇到速腾车的刮水控制系统在车辆静止时不工作就要检查发动机室盖接触开关；如果遇到新宝来的刮水控制系统有时或一直没有间隙档就要检查发动机室盖接触开关的信号；又比如老宝来在拔了钥匙打开车门后，还能用升降开关控制玻璃升降，就要检查车门闭锁开关等。

▲9-165　如何排除福克斯车刮水器自动运转的故障?

一辆 2010 款自动档福克斯 1. 8L 高配轿车，行驶里程为 1500km，据驾驶人反映，该车刮水器无法关闭。

试车发现，当断开点火开关后，刮水器仍然运转。仔细观察后发现，刮水器运转的同时后风窗玻璃加热开关指示灯闪烁，空调内循环指示灯常亮，外部转向灯微亮并闪烁；但只要将点火开关置于 ON 位，故障现象就消失，车辆恢复正常。

用福特专用检测仪(IDS)检测，没有故障码。查看刮水器相关数据流，发现断开点火开关时，刮水器开始自动运转，刮水器的开关信号、刮水器低速档信号和高速档信号均在 ON 和 OFF 之间频繁跳动。查看福克斯车的刮水器控制电路图(图 9-20)可知，刮水器/洗涤器开关将信号传送给车身控制模块(GEM,在中央接线盒 CJB 中)，再由车身控制模块控制刮水器电动机运转。而该车的刮水器电动机可以运转，说明刮水器电动机及其与车身控制模块之间的线路都是正常的。

由于该车的刮水器故障还涉及后风窗玻璃加热开关、空调内循环指示灯及外部转向灯的异常，于是决定先梳理出相关联的地方。查看相关电路图(图 9-21)：发现后风窗玻璃加热开关、刮水器/洗涤器开关、空调控制模块及危险报警灯开关等都共用一个搭铁点 G7。用万用表检查所有控制模块或开关至搭铁点的电阻都在 0. 5Ω 以内，均正常，至此故障排除陷入僵局。

经过重新思考，既然刮水器/洗涤器开关没有问题，刮水器电动机也没有问题．那只可能是控制部分、车身控制模块或相关线路存在故障。因此，判断故障点为车身控制模块内部故障、刮水器控制部分的线路有问题或其他控制模块发出了错误的信号。测量刮水器的控制

线路，没有任何短路或断路，又找来另一辆相同配置的轿车，对换了车身控制模块后，故障现象依旧。

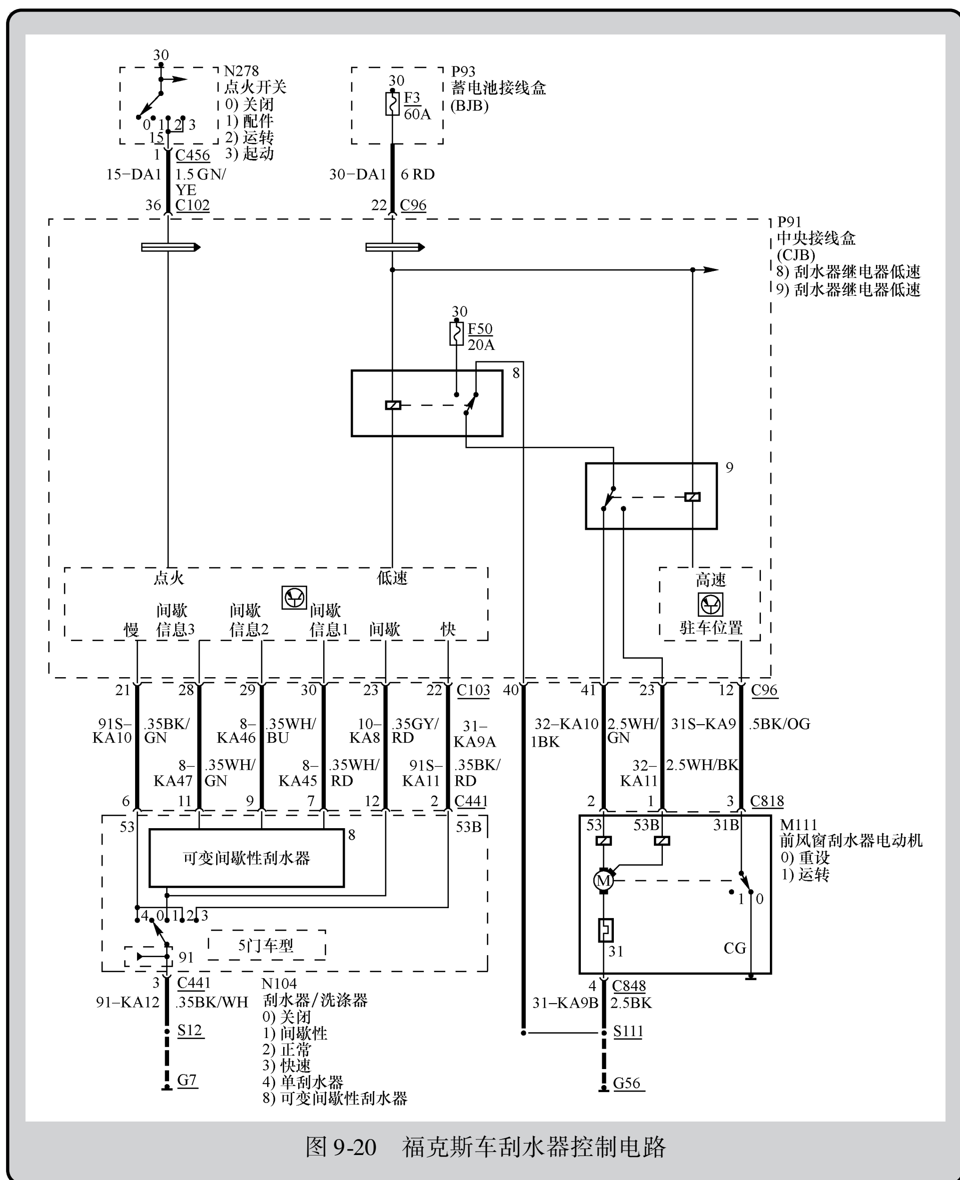


图 9-20　福克斯车刮水器控制电路

在仔细查看并研究电路图后，发现熔丝 F70 同时连接了空调控制模块、后风窗玻璃加热开关及驻车辅助模块(图 9-22)。将熔丝 F70 拔掉后试车，故障现象消失了，说明故障确实与该部分线路及元件有关。将熔丝 F70 装复后，断开后风窗玻璃加热开关的导线连接器，试车发现故障依旧；断开空调控制模块的导线连接器后试车，故障依旧。当断开驻车辅助模块的导线连接器后试车，故障消失。因此，可以判断故障肯定与此模块有关。而当检查驻车辅助模块的导线连接器时发现了故障原因，该连接器上有因进水而被腐蚀的痕迹(图 9-23)。由此可知，故障是由于驻车辅助模块进水导致模块内部出现异常，并发出了异常的信号，在断开点火开关时，信号经过 CAN 线传输给 GEM(图 9-24)，GEM 错误地认为是驱动刮水器

的信号，使得刮水器不正常起动。当接通点火开关后，因 GEM 是正常工作的，而且刮水器电动机的运转还由其控制开关的信号决定，而此信号也是正常的，如此时刮水器/清洗器开关是断开的，则刮水器不做任何动作。

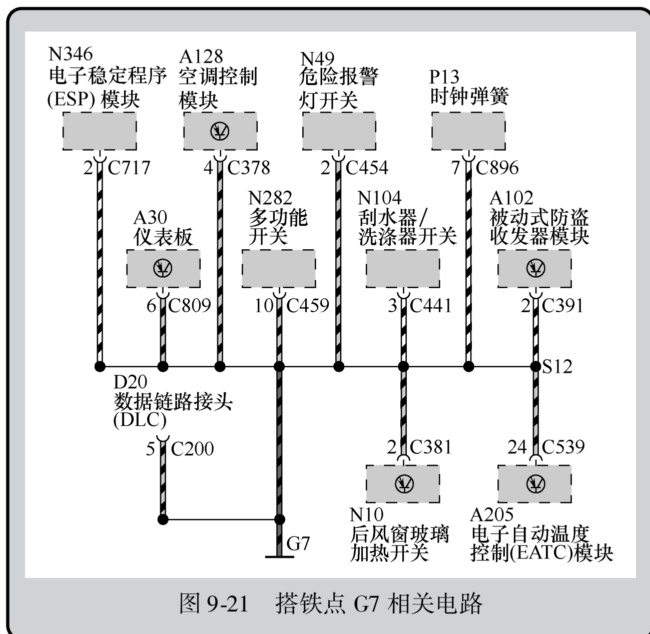


图 9-21　搭铁点 G7 相关电路

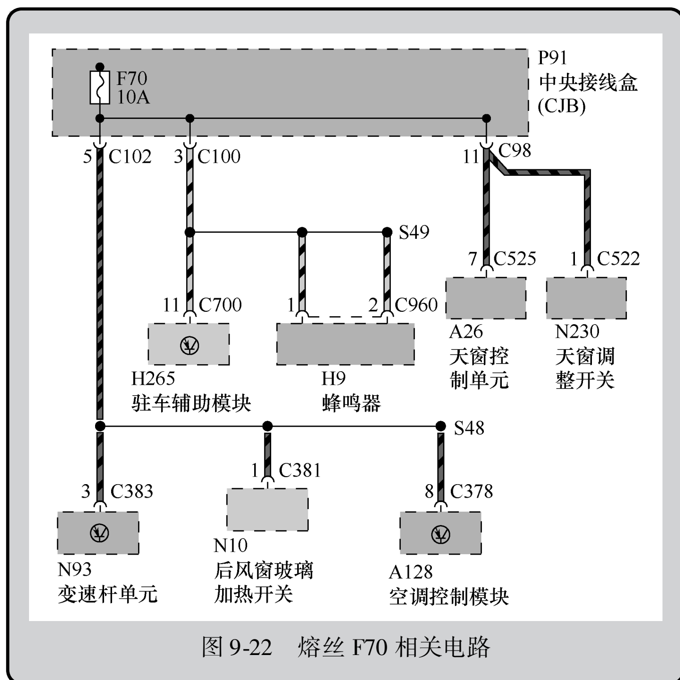


图 9-22　熔丝 F70 相关电路

经检查，驻车辅助模块安装在右 C 柱的后方，用洗车机冲洗后风窗玻璃及其附近部位没有发现任何漏水现象。驻车辅助模块是如何进水的呢？经观察发现，此车的所有太阳膜都是新贴上去的。经询问驾驶人得知，此膜是前些天在外面装潢店贴的。观察水迹，应该是在

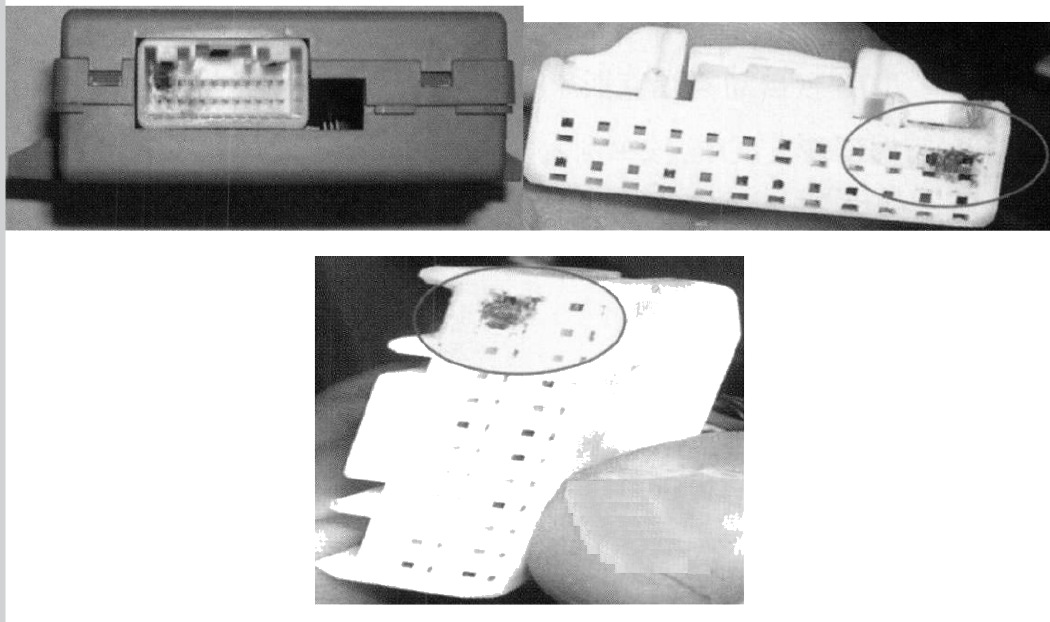


图 9-23　驻车辅助模块连接器被腐蚀的痕迹

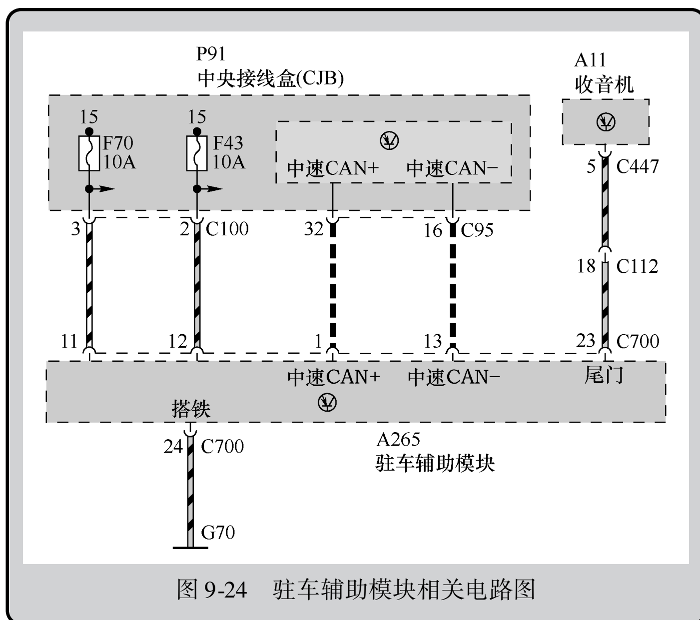


图 9-24　驻车辅助模块相关电路图

贴后风窗玻璃的太阳膜时因保护不当导致清洗剂顺着驻车辅助模块的线束流到模块内部，导致模块线束和模块内部故障，造成刮水器异常。

更换驻车辅助模块，并对导线连接器进行处理后装复试车，车辆恢复正常，故障排除。

▲9-166　如何排除新宝来车玻璃升降器和喇叭工作不正常的故障?

一辆2009款手动档新宝来轿车，行驶时车门升降器和喇叭有时不工作。用专用故障检测仪VAS5052A检查，发现中央电子装置(J519)中有故障码存储(图9-25)：00532—电源电压断路(静态)；00446—由于电压不足而造成功能受限未达到下限(静态)；00538—基准电压断路(静态)。维修人员试车时发现在接通点火开关状态下玻璃升降器和喇叭均能够正常工作，当起动发动机后让发动机怠速运转时，玻璃升降器和喇叭只能工作1次，再次按下各玻璃升降器开关和喇叭按钮后没有任何反应。

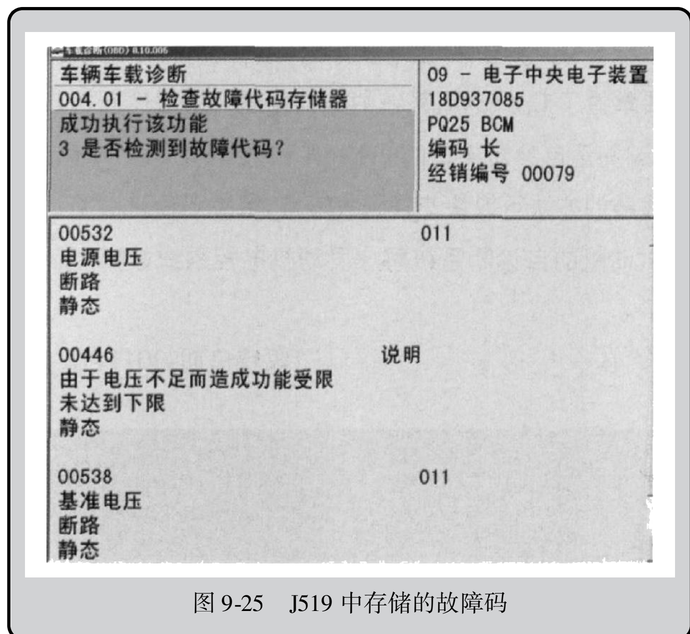
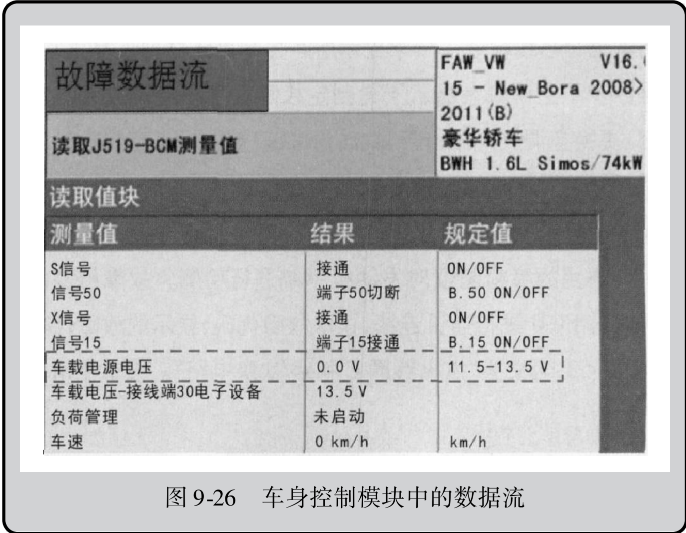


图9-25　J519中存储的故障码

新宝来车的车身控制模块(BCM)集成了网关(J533)、中央电子装置(J519)、舒适系统(J393)的功能，该车的玻璃升降器是由车身控制模块通过LIN总线控制的，喇叭也是由车身控制模块控制供电的，由于在接通点火开关的状态下玻璃升降器和喇叭均能正常工作，而又能够通过专用检测仪对车身控制模块进行检测，说明车身控制模块的供电没有问题，而J519中出现的故障码，维修人员判断该故障为车身控制模块BCM故障。维修人员对车身控制模块的编码进行了检查，发现编码没有问题，于是就更换了一个新车身控制模块，试验发现故障依旧。此时维修人员决定检查车身控制模块中的数据流，用专用检测仪VAS 5052A检查数据流(图9-26)发现车载电源电压为0V，标准值为11.5～13.5V。

通过上述检查，以及对车身控制模块中的数据流和故障码分析，可将故障点锁定在车身控制模块的供电故障上，根据车身控制模块电路图(图9-27)检查发现，端子T73a/59上没有正极供电，继续检查发现端子T73a/59至熔丝SB6之间的导线在事故维修时没有连接好，处于断开状态。于是将断路的线束接好，故障排除。


故障数据流

读取J519-BCM测量值

FAW_VW V16.
15 - New_Bora 2008>
2011(B)
豪华轿车
BWH 1.6L Simos/74kW

读取值块

测量值	结果	规定值
S信号	接通	ON/OFF
信号50	端子50切断	B.50 ON/OFF
X信号	接通	ON/OFF
信号15	端子15接通	B.15 ON/OFF
车载电源电压	0.0 V	11.5-13.5 V
车载电压-接线端30电子设备	13.5 V	
负荷管理	未启动	
车速	0 km/h	km/h

图 9-26　车身控制模块中的数据流

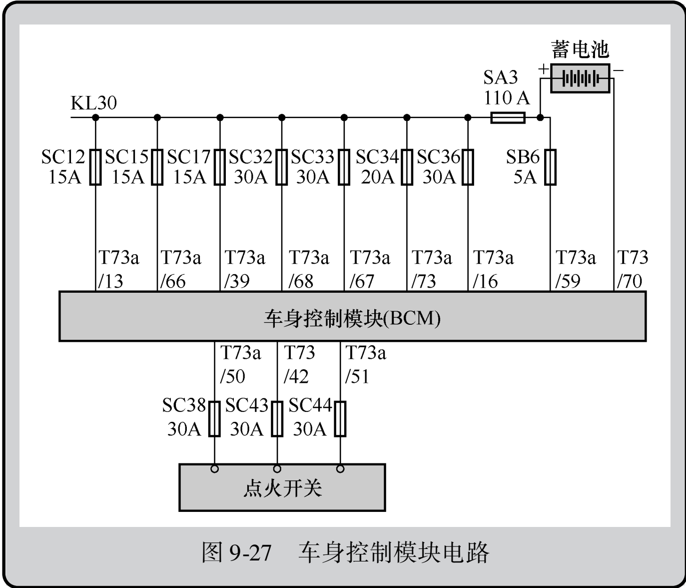


图 9-27　车身控制模块电路

★9-167　上海别克防盗系统如何进行设定？

1. 上海别克轿车的防盗系统结构

上海别克轿车的防盗系统由遥控门锁控制与原厂钥匙 PASS-KEY Ⅱ控制两套系统组成。使用这两套系统开启车门、行李箱罩、油箱盖都属于正常开启，否则即为非法开启。当防盗系统处于警戒状态时，各车门皆会上锁，此时，防盗系统会将起动继电器控制回路的搭铁回路切断，使起动机无法工作，同时控制动力系统控制模块（PCM）不工作。此时若有人实施非法开启车门动作，不但上述功效依然有效，而且起恐吓作用的灯光、喇叭也会起作用。除非使用原厂钥匙或遥控器开启车门时，才会解除防盗警戒，使起动机回路搭铁，同时输出一

特定频率的信号给 PCM，使之工作。上海别克的点火钥匙内部装置一个特定电阻作为防盗识别标志。每次用钥匙开门时 BCM 均测量该电阻并与 BCM 内部的特定电阻值相对比，两个电阻值若相匹配，则为正常开启，否则，即为非法开启，防盗系统开始触发。

2. 遥控器设定方法

当确认车辆的防盗系统已触发时，应首先采用遥控器解除，如果遥控器不起作用，可能是遥控器必须校准或重新编程。具体程序如下。

（1）遥控器的校准　下列情况出现时应对遥控器校准：遥控器在超出接收器范围的情况下，使用超过 256 次；更换遥控器电池后，超出接收器范围内，马上使用超过 16 次；因更换遥控器电池或其他原因造成遥控器功能失效。

校准遥控器的方法为：同时压下并保持住遥控器的“LOCK”和“UNLOCK”键至少 7s。直到喇叭响 3 次。

（2）遥控器编程设定方法　当遥控器丢失时，应将老的或新的遥控器重新编程设定，最多可编程设定 4 个遥控器。不用专用工具时的编程设定步骤如下：

1）坐在驾驶人座椅上。

2）从点火开关中拔出钥匙。

3）关上所有车门。

4）按住门锁开关上的开锁（UNLOCK）键。

5）在保持门锁开关位于“UNLOCK”位置时，插入和拔出点火钥匙 2 次，注意不要转动点火开关。

6）第 3 次插入点火钥匙并将其留在点火开关中，进行其余步骤时，点火开关必须保持在“LOCK”位置。

7）松开门锁开关，将听到 3 次警报声，说明遥控器编程设定起动。

8）同时按下遥控器上的“LOCK”和“UNLOCK”键 12s，听到 2 次警报声时，遥控器即编程设定成功。

9）重复前一步骤，设定其余的遥控器（总共 4 个）。

10）将点火钥匙从点火开关中拔出即可退出设定程序。

3. 原厂钥匙 PASS-KEY Ⅱ控制系统

如果在试图起动车辆的过程中，使用了错误的点火钥匙，系统会设置故障码（DTC），并且即使此过程中再使用了正确的点火钥匙，车身控制模块（BCM）在 3min 内，不会向 PCM 发送燃油系统启用或起动机启用的信息。

带电阻器芯片的点火钥匙确认防盗系统，是通过中断起动机和燃油系统而防止车辆被盗的。车身控制模块如果识别到起动车辆时的点火钥匙不正确，会传送信号到动力系统控制模块，从而中止起动继电器和发动机内燃油的输送。

当 BCM 确认点火钥匙（电阻器芯片）正确，就向 PCM 发送燃油启用和起动机启用的信号，从而允许车辆起动。

（1）车身控制模块（BCM）　BCM 是点火钥匙确认 PASS-KEY Ⅱ系统的控制器，它执行对点火钥匙电阻的识别和与 PCM 进行通信。BCM 判断尝试起动发动机操作时，是否应用了有效的点火钥匙，如采用了有效的点火钥匙，则对 PCM 通信，传送燃油启用和起动机启用信息。

（2）故障码　下述故障码可由 BCM 设定。故障码与点火钥匙确认 PASS-KEY Ⅱ系统相关联。

1）DTC B2957——点火钥匙确认数据线对搭铁短路。

2）DTC B2958——点火钥匙确认数据线断路/对蓄电池短路。

3）DTC B2960——点火钥匙确认数据不正确。

4）DTC B2961——点火钥匙插入点火电路功能无效。

5）DTC B3031——遥控接收器处于读出模式。

（3）点火钥匙　点火钥匙具有一个独特的电阻器芯片，它能被 BCM 识别出来。对每一个确认 PASS-KEY Ⅱ系统的点火钥匙，仅有 1 个点火钥匙电阻器芯片适用。如果点火钥匙丢失，应到指定的特约服务站并采用专用工具复制。在实际维修过程中，如果没有正确的点火钥匙电阻器芯片，可以采用可变电阻并联在数据线路上模拟的方法应急解除防盗状态。

（4）点火锁芯　点火锁芯包括加有弹簧的接触片，使得在点火钥匙插入点火锁芯时，与其产生实体接触。这使得点火锁芯能为 BCM 提供植入于点火钥匙内的电阻器代码。

▲9-168　北京现代伊兰特车防盗控制系统的控制原理和使用方式是怎样的?

北京现代汽车目前有两种类型的防盗控制系统，一种是利用遥控器控制的无线防盗控制系统，另一种是利用钥匙控制的防盗控制系统。两种控制方式虽然都以车辆防盗抢为目的，但由于设计原理不同，其各自的控制方式也有很大的区别。北京现代伊兰特车防盗控制系统采用的是遥控器控制的无线防盗控制系统。

1. 防盗控制系统的控制原理

按下遥控器闭锁(LOCK)按钮，遥控器将会在 0.5s 内发出脉冲信号，使所有车门锁住；按下遥控器开锁(UNLOCK)按钮，将会在 0.5s 内发出开锁信号，使所有车门解除锁定。无线防盗控制系统在进入警戒状态之前，防盗报警器首先进入预备警戒状态，在预备警戒状态期间，无线防盗控制系统忽略防盗报警器的起动信号。预备警戒状态可以转变为警戒状态、起动抑制状态或解除警戒状态。通过按下遥控器闭锁按钮可以实现防盗报警器预备警戒状态。在预备警戒状态中，防盗报警器不会发出警报信号。如果无线防盗控制系统在预备警戒状态 0.6s 后进入警戒状态，检查门锁和每个车门、发动机室盖和行李箱是否关闭，并确认门锁闭锁(钥匙不在点火开关内)。进入警戒状态后，危险警告灯闪烁 1 次。打开车门、行李箱或发动机室盖，按下遥控器闭锁按钮，无线防盗控制系统不能进入警戒状态。用钥匙闭锁车门时，无线防盗控制系统不能进入警戒状态。对处于警戒状态的防盗报警器可以解除其警戒状态。按下遥控器上的闭锁按钮，危险警告灯闪烁 2 次(周期为 1s,占空比为 50%)。如果在警戒状态下打开车门、接通点火开关，无线防盗控制系统立刻解除警戒状态。在解除警戒状态下，听不见警报信号，才可以起动发动机，否则起动机将不会运转。在解除警戒状态下，如果按下遥控器开锁按钮，危险警告灯将闪烁 2 次。

2. 遥控器的使用方式

当按下遥控器上的闭锁按钮时，所有车门闭锁；当按下开锁按钮时，所有车门开锁；当按下开锁按钮时，如果室内灯开关在中央位置时室内灯将亮，此刻若不打开车门，灯将在

30s 内熄灭，车门将自动重新闭锁，防盗报警器系统将重新进入警戒状态。如果车钥匙在点火开关内，则不能用遥控器对车辆进行闭锁或开锁操作。行李箱也只能用车钥匙打开。

3. 防盗报警器

当车门、发动机室盖和行李箱关闭且闭锁时，防盗报警器自动进入警戒状态。当发生下列情况时防盗控制系统关闭。

1）车门被强行打开。

2）在不使用遥控器的情况下，车门开锁。

3）发动机室盖被打开时。

4）点火开关被毁坏。

5）发动机起动电路和蓄电池电路分流。

当无线防盗控制系统关闭时防盗报警器危险警告灯闪烁约 2min。如果想让此系统再次进入警戒状态，须将点火开关转至 OFF 位且拔出车钥匙，ETACS(电子时间和防盗警报系统)模块接收到车门、发动机室盖、行李箱关闭信号(此时没有一个控制元件输出搭铁信号)，用遥控器锁住车门后，车门开关、发动机室盖开关和行李箱开关立刻打开，无线防盗控制系统进入警戒状态。如果无线防盗控制系统进入警戒状态后，全部车门打开或闭锁不当，ETACS 模块从开关得到搭铁信号，此系统关闭。如果无线防盗控制系统进入警戒状态后，用钥匙打开行李箱，则车门和发动机室盖仍然维持在警戒状态且此系统不会关闭。行李箱关闭后，行李箱固定在警戒状态。如果其中一个被误调整或系统短路，此系统丧失警戒功能。只要 ETACS 模块继续得到搭铁信号，它就会认为车辆没有停止和锁住，就不能警戒。

▲9-169　北京现代御翔车防盗控制系统的控制原理和使用方式是怎样的?

北京现代御翔车防盗控制系统不仅使用了无线防盗控制系统，而且在此基础上还使用了钥匙防盗系统，即 SMARTRA 型钥匙防盗系统。除非使用正确的点火钥匙，否则钥匙防盗系统将控制车辆不能起动。钥匙防盗系统极大地降低了车辆被盗的概率。

SMARTRA 钥匙防盗系统包括点火钥匙上的发射器、线圈天线、SMARTRA 模块、危险警告灯和发动机控制模块(ECM)。

1. 发动机控制模块 ECM

ECM 使用特有的算法规则对点火钥匙进行检测，此算法规则同时存储在发射器和 ECM 中，仅当双方结果相同时，才能起动发动机。对于车辆有效的所有的发射器数据都将存储在 ECM 中。

2. SMARTRA 模块工作原理

SMARTRA 模块经专用的通信线与 ECM 进行通信。ECM 控制发动机工作，它是控制 SMARTRA 模块的最合适的控制模块。当点火钥匙插进点火开关内并转至 ON 位时，通过线圈天线向发射器传送电源。发射器通过 SMARTRA 模块向 ECM 发送代码信号。SMARTRA 模块与点火钥匙上的发射器以 RF 信号(射频信号 125kHz)进行无线通信。SMARTRA 模块安装在接近线圈天线的下防撞装饰板的后部，以传送和接收 RF 信号。线圈天线接收发射器发射

的 RF 信号，此信号通过 SMARTRA 模块转变为连续的通信信号。ECM 将接收的信号转变为 RF 信号，并通过天线向发射器发送。SMARTRA 模块不对发射器进行有效检查或进行算法规则的计算。此装置仅是一个先进的接口，该接口将发射器的 RF 信号转换为至 ECM 的连续通信信号；反之亦然。

如果使用的是注册的点火钥匙，ECM 将允许燃油供应系统进行燃油喷射。此时仪表板内的钥匙防盗系统警告灯亮约 5s 以上，这表明 SMARTRA 模块已经识别出由发射器传送的代码。

如果使用的是没有注册的点火钥匙，ECM 则不能接收或识别代码，危险警告灯持续点亮，直到点火开关转至 OFF 位为止。

3. 发射器

发射器是装在点火钥匙上的，它有先进的计算规则。在点火钥匙注册过程中，发射器将记录车辆识别代码，并将它们存储在记忆器里。存储程序只能进行一次，所以永远不要修改或变换发射器内存储的信息。

4. 线圈天线

线圈天线可以向发射器提供电源，接收发射器信号，还可以向 SMARTRA 模块传送发射器信号。无线防盗报警系统是 ETACS 模块通过控制起动继电器来控制起动机的，使发动机无法运转；而 SMARTRA 钥匙防盗系统是发动机 ECM 通过识别点火钥匙的密码来控制发动机的点火和供油，即使起动机可以正常运转，发动机也无法起动。

△9-170 帕萨特 B5 更换防盗系统后如何进行匹配?

帕萨特 B5 轿车(装配 1.8T 发动机)，在因故换上了新仪表板(具有新防盗系统,如第 3 代防盗系统)后，要使发动机能正常工作，必须进行防盗钥匙与仪表防盗控制单元的匹配和发动机防盗控制单元与仪表防盗控制单元的匹配，方法如下。

(1) 用“设置大师”编程器(下称编程器)读取发动机控制单元防盗密码 具体步骤为：

1) 拆开发动机控制单元，在其反面中央位置找到 8 端子芯片 95040，然后用吹风枪将它吹下。

2) 连接编程器与计算机，选择：专用编程器→IC 操作→芯片型号 95040。

3) 将芯片 95040 装到编程器上(**注意位置和方向,以防烧坏编程器和芯片**)，并确认编程器处于读取数据功能状态。

4) 观察 0030 和 0040 区的数据，把 2C1B 反转成 1B2C，然后用 Windows XP 所带的计算器把 1B2C 转变为 10 进制密码，为 6956。

(2) 用编程器读取发动机控制单元防盗密码 具体步骤为：

1) 拆开仪表，用吹风枪吹下 8 端子芯片 93C86。

2) 连接编程器与计算机，将芯片 93C86 装到编程器上，然后用上述相同方法读取仪表防盗密码，为 1365。

(3) 将两芯片装回原处。

(4) 用 VAG1552 故障阅读仪进行匹配：

1）连接 VAG1552 故障阅读仪。

2）用 VAG1552 故障阅读仪按选择 17→11→10→50 的步骤进行仪表防盗控制单元与发动机防盗控制单元的匹配。

3）按选择 17→11→10→21 的步骤进行仪表防盗单元与钥匙的匹配。

匹配工作结束后发动机即能正常工作。

9-171 汽车防盗器与原车中控锁控制线如何进行安装?

中控锁也称为门锁执行器，主要由电动机、传动齿轮、两个双触点继电器和控制线路组成，虽然其外观各异，但工作原理基本相同，都是通过电动机的正、负电源转换来完成开、关锁的过程，当收到开锁信号时，开锁继电器吸合，电流通过电动机形成回路，中控锁动作；当收到关锁信号时，关锁继电器吸合，电流反向通过电动机形成回路，中控锁动作。安装防盗器的目的就是要控制原车的中控锁，达到遥控开关锁的目的，可根据车辆不同控制方式进行连接安装。

在安装前，应确认原车是否装有中控锁，如原车装有中控锁，则应判断其是哪种触发形式，这样在安装防盗器时就可以根据不同的触发形式进行中控锁控制线的连接（**注意：如果原车中控锁的触发形式无法判断，则按照正负触发的形式进行中控锁控制线的连接，以确保中控锁工作正常**）；如果原车没有装中控锁，则需要加装中控锁。

一般的防盗器主机都会有 6 根中控锁线，所有的中控锁安装都是靠这 6 根线的接线搭配来完成的。防盗器各种触发接线方法如下。

1. 正、负触发的防盗器中控锁控制线接法

如图 9-28 所示，橙色线和橙/黑色线接负极（搭铁），黄色线和黄/黑色线接正极，这就是正、负触发；白色线和白/黑色线接电动机。

2. 负触发的防盗器中控锁控制线接法

如图 9-29 所示，橙色线和橙/黑色线不接，黄色线和黄/黑色线接负极（搭铁），这就是负触发。白色线是关锁信号，白/黑色线是开锁信号。这种接法会在工作时输出负信号。从而驱动原车中控锁控制器。

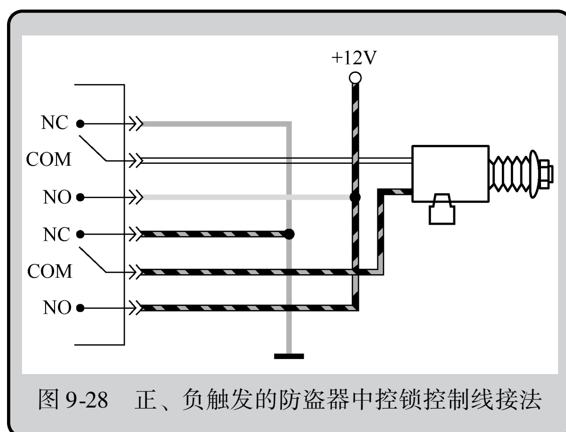


图 9-28 正、负触发的防盗器中控锁控制线接法

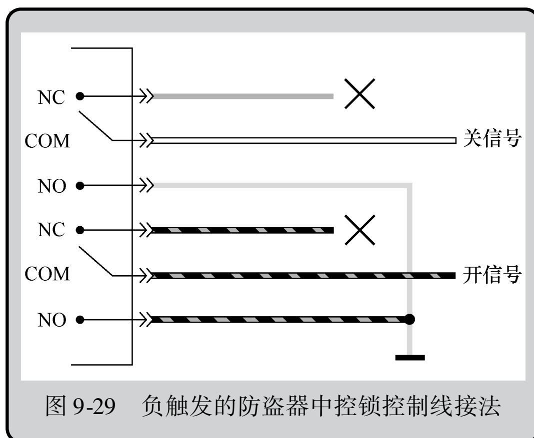


图 9-29 负触发的防盗器中控锁控制线接法

3. 正触发的防盗器中控锁控制线接法

如图 9-30 所示，橙色线和橙/黑色线不接，黄色线和黄/黑色线接正极，这就是正触发。白色线是关锁信号，白/黑色线是开锁信号。这种接法会在工作时输出 12V 信号，从而驱动原车中控锁控制器。

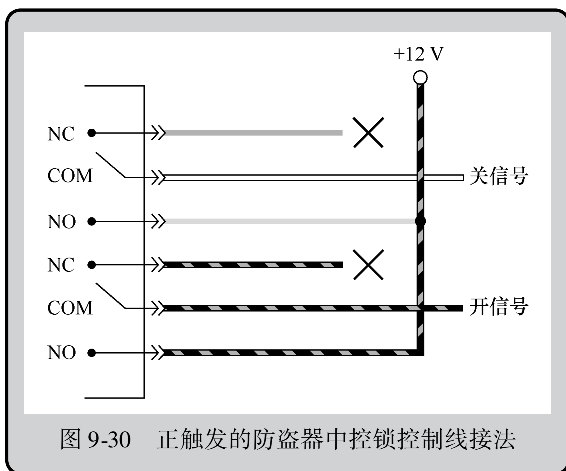


图 9-30　正触发的防盗器中控锁控制线接法

4. 双电位负触发的防盗器中控锁控制线接法

如图 9-31 所示，橙色线和橙/黑色线不接，黄色线和黄/黑色线接负极，这就是负触发。白/黑色线要加 600～1200Ω 的电阻，然后接到白色线上面，把白色线接到原车中控锁控制线即可。

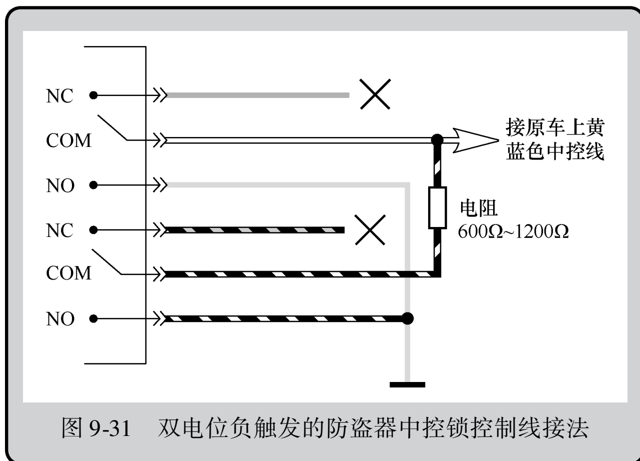


图 9-31　双电位负触发的防盗器中控锁控制线接法

5. 单线串联负触发的防盗器中控锁控制线接法

单线串联负触发的防盗器中控锁控制线接法有两种。第一种接线方法适用的车型是捷达前卫车。捷达前卫车原车中控锁是一根控制线，此线搭铁时，中控锁处于开锁状态；此线为断开状态时，中控锁处于关锁状态，如图 9-32 所示，将原车的那根控制线剪断，将橙色线接到原车中控锁控制器那边的线，将白色线和白/黑色线接到一起再接到原车电动机那边的线，黄色线不接，橙/黑色线也不接，将黄/黑色线接负极（搭铁）即可。第二种接线方法适用的车型是上海大众桑塔纳 2000 和 3000 轿车。上海大众桑塔纳 2000 和 3000 轿车原车中控锁也是一根控制线，此线搭铁时，中控锁处于开锁状态；此线为断开状态时，中控锁处于关锁状态，如图 9-33 所示，将原车的那根控制线剪断，橙色线不接，白色线和白/黑色线接到一起再接到原车中控锁控制器那边的线，将黄色线接负极（搭铁），将橙/黑色线接到原车电动机那边的线，黄/黑色线不接即可。

6. 正电回路的防盗器中控锁控制线的接法

所谓的正电回路，就是直接控制原车的中控锁，在安装时需要将原车中控锁控制器到中

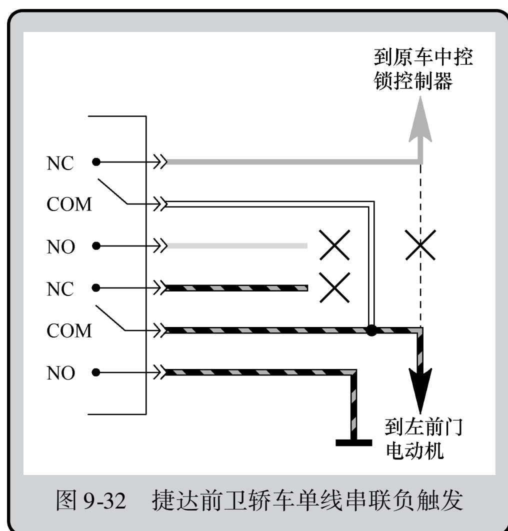


图 9-32　捷达前卫轿车单线串联负触发

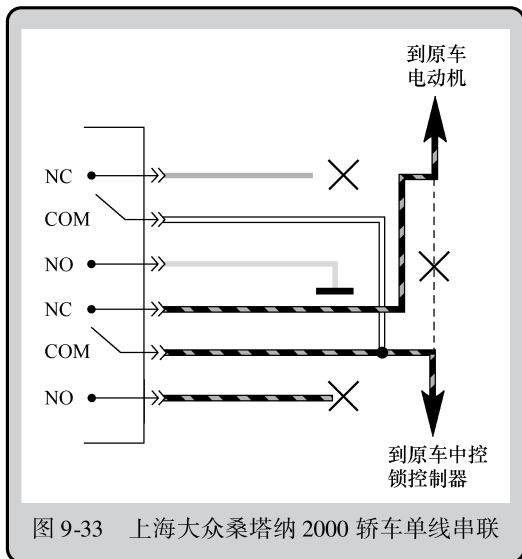


图 9-33　上海大众桑塔纳 2000 轿车单线串联

控锁电动机的输出线剪断，如图 9-34 所示，将橙色线和白/黑色线接到原车中控锁控制器上，将白色线和橙/黑色线接到原车中控锁电动机上，黄色线和黄/黑色线接正极(12V)。由于该回路的输出线平常是搭铁的，当开锁继电器吸合时，电流会由正极(12V)经过电动机而形成回路，中控锁开锁，反之中控锁关锁。

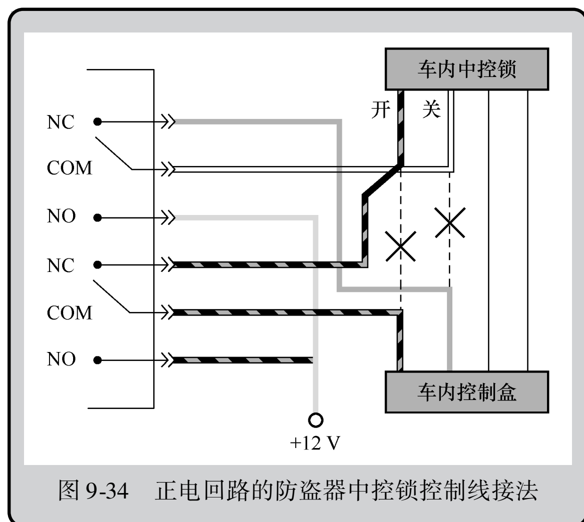


图 9-34　正电回路的防盗器中控锁控制线接法

△9-172　维修中控门锁需要注意哪些问题?

1. 先熟悉结构并理清思路

对于不同装备的轿车，其中控门锁系统的技术含量差异很大，维修前应当掌握该车型中控门锁系统的结构特点及特殊功能。

中控门锁系统包括控制单元、执行机构和门锁开关 3 大部分。新款轿车的中控门锁系统

一般由遥控器、控制模块/接收器、车门开关、门锁芯开关、电动摇窗机、安全指示灯、发动机室盖报警开关，行李箱报警开关、防盗天线、超声波传感器及声光报警装置等组成。中控门锁系统的执行机构有继电器式(如福特车系)和双向真空压力泵式(如老款红旗车系、奥迪车系)等类型，而门锁开关一般设置在车门内饰板上。

有的轿车(如通用赛欧 SLX)的中控门锁系统具有安全保护功能，当车辆在行驶中遭遇意外撞击时，只要点火开关处于接通位置，中控门锁系统会在控制单元的指令下自动解锁，并且保持约 25s，便于乘员在发生车祸时能够迅速逃生。

当中控门锁系统功能失效时，首先观察是全部门锁失效还是个别门锁失效。如果全部门锁失效，一般是电源断路、集控开关损坏等原因造成的；如果只是个别门锁失效，一般是该门锁机械方面的故障，只要拆检该车门的内饰板，一般可以查出故障原因。

2. 中控门锁系统断电后需要进行基本设定

如果蓄电池断电的时间较长、遥控器电池的电量长时间不足或拔下了电动摇窗机的熔丝，门锁遥控功能就会消失。此时需要按规定的程序做一次基本设定工作。以双龙轿车为例，其中控门锁系统的设定步骤如下。

1）打开前杂物箱，将遥控系统接收器侧面的密码输入开关置于“记忆”位。

2）将点火开关置于 ACC 位。

3）按压遥控器上的“闭锁”（或“解锁”)键，此时遥控器内的警报器发出 1 声警报声(如果警报声未响,可以再按 1 次)。

4）输入密码。

5）将密码输入开关从“记忆”位转到“工作”位。

6）拔出点火钥匙，在离接收器 5m 内的地方操纵遥控器的“闭锁”（或“解锁”)键，以确认遥控装置工作的有效性。

3. 无故闭锁往往是开关或线路存在问题引起的

目前，典型的轿车中控门锁系统可以通过遥控器、钥匙或车门内扶手上的门锁开关来控制门锁的解锁或闭锁。如果点火开关或车门内扶手上的门锁开关内部出现短路，就会出现无故闭锁的现象。

一辆 2003 款 HFC6470A 瑞风车，装配韩国原装 G4JS 2. 4L 电喷发动机，发生中控门锁无故闭锁故障。验证故障时发现，打开左前车门和右前车门，用手按压左前车门和右前车门门锁按钮分别进行动作试验，其他几个门锁均能随之工作，说明该车的车门锁闭器、车身控制单元(BCM)及中控门锁解锁继电器、闭锁继电器等基本正常。考虑到该车已经使用 5 年了，门锁线束出现短路、断路或插接不良的可能性比较大。于是拆开左前车门灯开关 2 端子连接器，将其用 1 根导线跨接搭铁后，左前车门灯及仪表板上的门指示灯点亮，危险警告灯开始闪烁，插入点火钥匙，门铃开始报警，看来故障就在左前门灯的开关上。该车加装过防盗器，在一般情况下，后加装防盗器的汽车打开车门后，危险警告灯应该不停地闪烁，因为防盗器主机有一根蓝色线(门控线)与左前车门灯开关电路并联。更换左前车门灯开关后，故障彻底排除。

4. 自动闭锁功能消失应着重检测车速信号

一辆丰田威驰轿车，发动机故障指示灯点亮，油耗过高，同时车门自动闭锁功能(车速超过 20km/h 后,4 个车门应当自动闭锁)消失。连接丰田专用故障诊断仪，调得的故障码为“P0500”（车速传感器故障)。该车的车速传感器安装在变速器上，输出的脉冲信号首先进入组合仪表，然后换算成实际车速并显示在车速表上。与此同时，组合仪表内的波形整形电

路将上述脉冲信号变成精确的方波信号，该方波信号一方面输入发动机ECU，作为控制喷油量的依据之一，另一方面输入防盗控制模块，当车速超过20km/h时，防盗控制模块指令4个车门自动闭锁。进行路试，读取数据流，发现车速数值始终为0km/h，其他数据正常，车速表显示也与实际车速一致，说明发动机ECU基本没有问题，故障点很可能在连接线路上。由于防盗控制模块的车速信号线也连接在仪表线束侧连接器C8上，于是拔下连接器C8和发动机ECU线束连接器E4，测量C8和E4之间的车速信号传输线，没有短路和断路现象。重新将C8和E4的连接器插实，装复拆卸的零件，观察发动机数据流，已经恢复正常，故障现象也消失了。分析原因，是由于仪表线束连接器C8接触不良，造成防盗控制模块接收不到仪表发出的车速信号，导致车辆正常行驶时车门不能自动闭锁。同时，由于车速信号无法传输到发动机ECU，发动机ECU无法根据实际车速控制发动机的工作，所以油耗升高。

5. 车门解、闭锁时无反馈信息不一定是硬故障

有位驾驶人说维修人员将自己的汽车修出“故障”来了，因为原来车门和行李箱盖是同时开启的，修理以后只能单独开启车门或行李箱盖。其实这不是实质性故障，而是中控门锁系统工作模式的设置问题。事实上，使用遥控器对车门解锁或闭锁时，让喇叭鸣响和灯光闪烁，只是为了向驾驶人反馈防盗控制模块已经接收并执行了相应的指令。如果不要这种反馈形式，重新设置一次就可以了。设置的实质，是更改中控门锁系统的工作模式。

以一辆一汽大众豪华型宝来轿车为例，其中控门锁系统工作模式的设置方法是：连接故障检测仪，输入地址码“36”，选择“设置”功能，然后输入不同的通道号即可。若输入通道号“04”，可实现将点火钥匙从点火开关中拔出时，车门锁自动解锁，以便乘员下车；输入通道号“06”，可实现用遥控器解锁时，防盗报警喇叭响2次，作为确认信号；输入通道号“07”，可实现用遥控器解锁时，防盗报警喇叭响1次，作为确认信号；输入通道号“08”，可实现用遥控器解锁时．转向灯闪2次，作为确认信号；输入通道号“09”，可实现用遥控器闭锁时，转向灯闪1次，作为确认信号。以上几种工作模式的设置可以任意取舍，互不影响。

△9-173　中控门锁异常开锁故障的排查要领是怎样的?

有的轿车在行驶过程中车门发出“嘀嗒”声，车门锁自动开启，这属于异常开锁故障，应当及时排除。对于异常开锁故障，应当进行以下几方面检查。

1. 检查车门锁是否复位

如果有一个车门锁锁不了或者出现故障，就会出现自动开锁的现象。

2. 检查开锁信号线

如果车门锁完好，应当检查开锁信号线是否磨破并搭铁，重点检查前门锁的开锁信号线。开锁信号线磨破后，在汽车行驶过程中，一旦开锁信号线破损处因为车辆振动而搭铁，就会出现自动开锁的故障现象。一辆福特福克斯1.8L轿车，装备自动变速器，行驶里程4000km，发生车门锁好后门锁不定时自动开启的故障。连接福特专用诊断仪IDS检测，没有读到故障码，相关数据流也正常，车身控制模块、门锁的供电熔丝以及搭铁都正常。询问驾驶人得知，该车加装了声光报警防盗装置。于是拆开左前门内饰板检查，发现加装防盗装置时走线不合理，对左前门的开锁和闭锁信号线保护不当，线路与门板发生干涉，造成信号线的塑料皮被磨破，最终因搭铁而出现自动开锁故障。

3. 检查零件号

一辆桑塔纳 2000 轿车，发生中央集控门锁闭锁后自动弹起的故障。从上海大众汽车公司产品工程部得到信息，上海桑塔纳 2000 轿车中控门锁系统的控制器和执行器由两家制造厂供货，一家是上海某公司，另一家是江苏张家港某厂，这两家产品的零件号不相同，见表 9-2，不能够通用，更不能在同一辆车的中控门锁系统中混用。更换故障车的门锁控制器后，故障被排除。

表 9-2　桑塔纳 2000 轿车中控门锁系统部分零件号对照表

	上海某公司	江苏张家港某厂
门锁控制器	330 959 796 B	330 959 796
左前门执行器	330 862 153 E	330 862 153 F
右前门执行器	330 862 154 A	330 862 154 C
左后门执行器	330 862 153 G	330 862 153 H
右后门执行器	330 862 154 F	330 862 154 G

△9-174　中控门锁异常报警的常见原因有哪些？

1. 某门锁无法关闭

从中控门锁系统的控制原理看，执行遥控锁门指令的前提条件是：四门和两盖(发动机室盖、行李箱盖)必须全部关闭，缺一不可。否则，可能引起异常报警，或者故障灯点亮。发生锁车后突然报警的现象，一定有上述机构的某个锁开启的信号传到了防盗控制模块。

一辆一汽马自达 6 2. 0L 轿车，行驶里程 4. 5 万 km，出现锁车后门锁系统突然报警的现象，必须用遥控器或者钥匙闭锁或解锁后，才能恢复正常。该车防盗系统的控制原理是，当关闭车门、行李箱盖和发动机室盖后，车门、行李箱及发动机室盖的锁闭信号输入防盗控制模块，系统便进入正常防盗状态。如果任一车门、行李箱盖或发动机室盖被非法打开，或者没有真正锁上，轿车都会报警。检查发现，使用遥控器锁车后，不能控制行李箱锁，行李箱锁一直处于开启状态。拆检行李箱锁，发现执行器上少了一个联动杠杆，而且行李箱锁的闭锁开关比正常闭锁开关的金属弹簧片短了一截，造成行李箱锁的闭锁开关有时会弹出，该锁打开的信号便传到防盗控制模块引发报警。在安装行李箱联动杠杆、更换行李箱锁闭开关后，上述故障排除。

2. 线束破损

有的轿车一旦开关车门，发动机故障指示灯就点亮。连接故障诊断仪，读不到与中控门锁系统有关的故障码。这种情况需要从线束上找原因，重点检查加速踏板及制动踏板处的线束。如果该处的线束有破损，在开关车门时的振动作用下，容易引起短路，从而造成发动机故障灯点亮。

3. 线路异常

速腾 1. 6L 轿车车门开启报警显示异常的可能原因：①某个车门接触开关处于短路状态；

②车门接触开关至车门控制单元的正极连接线对搭铁短路；③某车门控制单元内部的逻辑电路错误；④组合仪表报警模块错误触发。

速腾 1.6L 轿车车门开启的正常报警机理是，舒适系统采用网络集成控制模式，当某一车门开启时，集成在该车门锁块内的接触开关将线路闭合的信号传递给车门控制单元，车门控制单元通过数据总线(后门需要先经过 LIN 线,再经过 CAN 线)将该信息传送至仪表相应模块，用于车门开启报警。

▲9-175　别克林荫大道轿车防盗系统怎样进行控制?

别克林荫大道轿车防盗系统主要由车身控制模块(BCM)、防盗系统模块(TDM)、发动机控制模块(ECM)、点火开关钥匙(无线电频率收发器)和安全警告灯等组成，其组成部件及安装位置如图 9-35 所示，控制电路如图 9-36 所示。



图 9-35　别克林荫大道轿车防盗系统组成部件

1—安全警告灯　2—点火钥匙(无线电频率收发器)　3—防盗系统模块(TDM)
4—发动机控制模块(ECM)　5—车身控制模块(BCM)

1. 防盗系统工作原理

车辆防盗(VTD)系统功能由防盗系统模块和发动机控制模块提供。当点火钥匙插入点火锁芯且点火开关置于“ON”位置时，嵌入在钥匙头部的无线电频率收发器将通过点火锁

芯上的振荡线圈(振荡线圈是防盗系统模块的一部分)通电。通电的无线电频率收发器发射一个包含其特征值的信号，该信号被防盗系统模块接收。

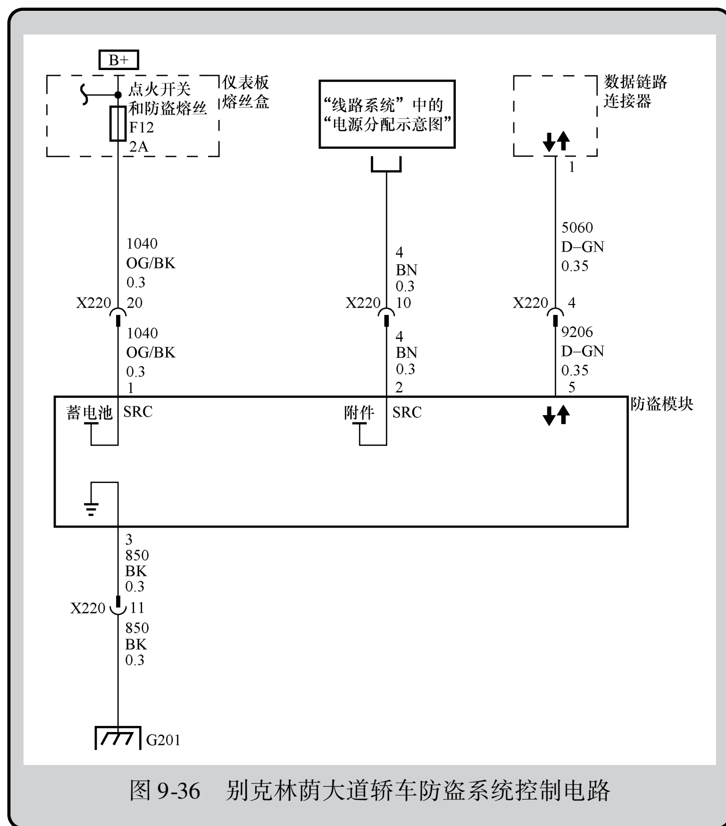


图 9-36　别克林荫大道轿车防盗系统控制电路

防盗系统模块将此值与存储器中存储的值进行比较，如果点火开关钥匙识别为有效，在仪表板组合仪表(IPC)、车身控制模块、信息娱乐单元(IRC)、后排座椅娱乐系统(RSE)及传感和诊断模块(SDM)控制单元检查的地方，防盗系统模块执行模块替换法检查。如果这些被识别为有效部件，防盗系统模块将使用 GM LAN 由车身控制模块向发动机控制模块发送燃油启用密码。如果无线电频率收发器特征值不正确，或检测到模块已替换，防盗系统模块将发送燃油禁用密码至发动机控制模块。

当发动机控制模块接收到防盗系统模块的燃油启用密码后，将校验该密码，发动机控制模块使用 GM LAN 由车身控制模块发送校验口令至防盗系统模块。发动机控制模块和防盗系统模块对此校验口令执行计算，如果防盗系统模块的计算结果与发动机控制模块计算的结果匹配，发动机控制模块将允许车辆起动。

2. 防盗系统部件结构

(1) 车身控制模块(BCM)　防盗系统是车身控制模块的一个内部功能，车身控制模块利用串行数据和各种开关输入执行防盗系统的功能。当车身控制模块检测到有人企图非法进入车辆时，将会触发喇叭和车外灯。当车身控制模块检测到有人企图非法从驾驶人侧车门进入时，首先会进入预警模式，预警模式将指令喇叭发出短促的“啁啾”声，10s 后，如果非法进入车辆的状况仍然存在，车身控制模块将切换至警报模式，喇叭鸣响，车外灯断续接通

30s，30s 报警后为一个 5s 的暂停，然后防盗系统将重新起动。

防盗系统使用车门锁闩的集成车门未关开关作为触发警报的一种方法。车身控制模块利用每个车门未关开关的离散输入信号监视所有的车门未关开关。在防盗系统起动时，如果车身控制模块收到一个车门未关开关的搭铁信号，车身控制模块就会触发警报。

车身控制模块通过监视驾驶人和乘客侧车门未关开关、发动机室盖未关开关、行李箱盖未关开关、发射器“LOCK/UNLOCK”（“锁止/解锁”）等输入信号，控制喇叭继电器和车外灯。

（2）防盗系统模块（TDM） 点火开关安装在转向柱上的车辆，振荡器集成在转向柱内的防盗系统模块中。防盗系统模块最多能读入 10 把钥匙的代码（无线电频率收发器特征值），防盗系统模块通过监视蓄电池电压、点火开关电压和搭铁等输入信号，实现发动机控制模块的密码交换和校验口令/响应。

当点火钥匙插入点火锁芯且点火开关置于“ACC”位置时，嵌入在钥匙头部的无线电频率收发器将通过点火锁芯上的振荡线圈通电，通电的收发器发射一个包含其特征值的信号，该信号被防盗控制模块接收。防盗控制模块将此值与存储器中的已读入的钥匙代码进行比较，如果点火钥匙识别为有效，在仪表板组合仪表、车身控制模块、信息娱乐单元、后排座椅娱乐系统及传感和诊断模块控制单元检查的地方，防盗系统模块执行模块替换法检查，随后执行一项以下功能：

1）如果无线电频率收发器特征值与控制单元存储在防盗系统模块存储器中的值和识别号匹配，防盗系统模块使用 GM LAN 由车身控制模块发送燃油启用信息至发动机控制模块。

2）如果无线电频率收发器特征值与控制单元存储在防盗系统模块存储器中的值和/或识别号其中一个或全部不匹配，防盗系统模块使用 GM LAN 通过车身控制模块发送燃油禁用信息至发动机控制模块。

3）如果防盗系统模块不能获取点火钥匙的无线电频率收发器特征值，防盗系统模块将不会发送任何信息至发动机控制模块。

（3）发动机控制模块（ECM） 当发动机控制模块接收到防盗系统模块的燃油启用密码，将校验该密码，发动机控制系统通过串行数据电路发送校验口令至防盗系统模块。发动机控制模块和防盗系统模块对此校验口令执行计算，如果防盗系统模块的计算结果与发动机控制模块的计算结果匹配，发动机控制模块将允许车辆起动。如果下面任何一种情况出现，则发动机控制模块将禁止车辆起动：

1）燃油启用密码无效。

2）防盗系统模块发出燃油禁用密码。

3）未收到密码（无法与防盗系统模块通信）。

4）防盗系统模块响应校验口令的计算值与发动机控制模块执行的计算值不匹配。

5）发生了模块的替换。

（4）点火钥匙（无线电频率收发器） 配备 Passkey Ⅲ+（PK3+）的车辆，其点火钥匙是标准点火钥匙，其塑料钥匙头内安装有一个无线电频率收发器，该无线电频率收发器特征值是固定的，不能改变。车辆防盗系统使用点火钥匙的无线电频率收发器特征值确定用来起动车辆的点火钥匙是否有效。大约有 3 万亿个可能的无线电频率收发器特征值。

点火钥匙没有可见的电触点。点火钥匙有黑色的塑料头，可以执行车辆的全部进入操作。点火钥匙可以执行起动车辆、锁止/解锁所有车门锁和行李箱、锁止/解锁所有储物箱等功能。

（5）安全警告灯　当防盗系统起动时，安全警告灯闪烁(大约1次/s)。

（6）模块替换检测　模块替换检测通过建立由5个控制单元(仪表板组合仪表、车身控制模块、信息娱乐单元、后排座椅娱乐系统、传感和诊断模块)组成的包含车辆识别号的防盗模块来实现。当点火开关置于“ACC”位置时，防盗系统模块将发出请求，并将每个控制单元的识别号与防盗系统模块存储器中存储的识别号进行比较，称为“模块替换检查”。至少需要5个控制单元中的2个正确车辆识别号响应才能允许起动车辆，因此如果只有1个单元丢失或报告为不正确的车辆识别号，车辆仍然可以起动。

△9-176　别克林荫大道防盗系统如何操作?

（1）起动防盗系统　使用以下程序来起动该系统：

1）将点火开关置于“OFF”位置。

2）下车。

3）使用发射器的“LOCK”（锁止)按钮或驾驶人侧车门外钥匙锁芯锁止车门。该系统将直接变为锁止状态，且指示灯保持点亮。如果请求锁止时车门打开，喇叭将发出5次“啁啾”声警告。此外，如果请求锁止时驾驶人侧车门打开，驾驶人侧车门将先锁止，然后立即解锁。

4）该系统进入锁止状态约需要30s。当指示灯变为缓慢闪烁时，系统起动完成。

（2）解除已起动系统/使警报平息　如果遥控门锁发射器已经请求起动系统，则该系统必须解除。手动解锁车门不会解除防盗系统起动模式。而且，断开蓄电池或拔出熔丝也不能解除起动模式，因为车身控制模块存储器中存储了防盗系统的状态。只有执行以下任一操作才可以解除防盗系统：

1）按下遥控门锁发射器上的“UNLOCK”（开锁)按钮。

2）将有效的钥匙插入点火开关并起动车辆。

（3）模拟启用模式　如果车辆保持解除状态，所有车门和行李箱盖都关闭超过一定的时间(60s)，防盗系统将进入模拟启用模式。在模拟启用模式下，该系统起动警报指示灯，且指示灯缓慢闪烁，以重复启用模式。然而，如果电源模式改变或任何车门或行李箱盖打开，防盗系统将熄灭警报灯且不起动警报。

△9-177　如何对别克林荫大道防盗系统进行编程和故障诊断?

1. 防盗系统故障诊断

当防盗系统出现故障时，仪表上的安全警告灯会一直点亮。此时，应用别克轿车专用故障诊断仪Tech2对防盗系统进行诊断，并根据读取的故障码的内容进行故障排除。别克林荫大道轿车防盗系统故障码表见表9-3。

表 9-3　别克林荫大道轿车防盗系统故障码表

故障码	含　义	故障码	含　义
DTC B0996	车辆识别号检查错误	DTC B3948	安全数据未编程
DTC B1424	蓄电池电压过低	DTC P0513	防盗系统钥匙不正确
DTC B302A	远程通信请求防盗系统	DTC P0633	防盗系统钥匙未编程
DTC B3031	安全系统控制器处于读入模式	DTC P1629	防盗系统未接收到燃油启用信号
DTC B3055	无线电频率收发器不能调制或没有无线电频率收发器	DTC P1632	防盗系统接收到燃油禁用信号
DTC B3060	接收到没有编程的无线电频率收发器钥匙识别码	DTC P1648	防盗装置错误安全码
DTC B3935 DTC B3957	无线电频率收发器钥匙识别错误	DTC P1631	防盗系统燃油起动信号不正确
DTC B3976	无线电频率收发器钥匙防盗未配置	DTC P1649	无编程的钥匙/安全码

2. 防盗系统的编程

（1）刷新新的防盗系统模块　在更换防盗系统模块时，用本程序设置新的防盗系统模块，操作步骤如下：

1）将故障诊断仪 Tech2 连接至车辆上。

2）在发动机关闭的情况下，将点火开关置于“ON”位置。

3）确保车辆上的所有用电装置都已关闭。

4）使用故障诊断仪 Tech2，在“Service Programming System”（维修编程系统）下选择“Request Info.”（请求信息），并按故障诊断仪屏幕上的提示进行操作。

5）从车辆上断开故障诊断仪，并将故障诊断仪连接至带有最新维修编程系统（SPS）软件的 Techline 终端上。

6）在 Techline 终端上选择“Service Programming System”，并按 Techline 终端屏幕上的说明进行操作。根据更换或编程的部件，确保选择正确的编程选项。对于该程序，选择“TDM”（防盗系统模块）菜单选项。

7）从 Techline 终端上断开故障诊断仪，并重新连接故障诊断仪至车辆。

8）在发动机关闭的情况下，将点火开关置于“ON”位置。

9）使用故障诊断仪，在“Service Programming System”下选择“Program ECU”（编程电子控制单元），并按屏幕上的提示进行操作。

10）将点火开关置于“OFF”位置。

（2）自动学习程序　在同时更换新的防盗模块和新的点火开关钥匙时，应先对新的防盗模块进行刷新，然后对新钥匙进行编程，操作步骤如下：

1）插入第 1 把新钥匙，将点火开关置于“ON”位置，等待 5s，然后将点火开关置于“OFF”位置。

2）在 10s 内插入第 2 把新钥匙，将点火开关置于“ON”位置，等待 5s，然后将点火开关置于“OFF”位置。

3）重复步骤 1）~2），最多可以编程 10 把钥匙。

（3）快速学习程序　如果仅更换了新的防盗模块，没有更换新钥匙，应对旧钥匙进行编程，操作步骤如下：

1）将 Tech2 连接至车辆上。

2）插入第 1 把钥匙，将点火开关置于“ON”位置。

3）选择“Body”（车身）中的“Theft Deterrent Module（防盗模块）”。

4）选择“Programming”（编程）中的“Link to ECM”（连接至发动机控制模块）。

5）Tech2 显示“Need TIS Approval”（需要 TIS 授权），获取 TIS 授权（TIS 授权可通过点击 TIS2000 程序选项屏幕上的“安全访问”图标获得）。

6）按照 Tech2 屏幕的提示完成第 2 把钥匙的编程。

（4）10min 重新读入程序　在更换新的点火钥匙后，使用此程序进行编程：

1）将故障诊断仪 Tech2 连接至车辆上。

2）用新点火钥匙将点火开关置于“ON”位置。

3）确保车辆上的其他用电装置均已关闭。

4）使用 Tech2，选择“Body”中的“Theft Deterrent Module”。

5）选择“Programming”中的“Reprogram all transponder Keys”（重编所有钥匙）。

6）Tech2 提示“Need TIS approval”，获取 TIS 授权。

7）重复步骤 1）~5），按照 Tech2 的提示操作。

8）观察 Tech2，进入编程后，Tech2 会提示等待 10min。大约 10min 后，Tech2 提示“Programming successful，Turn OFF Ignition”（编程成功，点火开关置于“OFF”）。

9）根据 Tech2 的提示，继续编程第 2 把钥匙。

10）将点火开关置于“OFF”位置，稍等待一会后起动车辆。

11）关闭发动机，将点火开关置于“ON”位置，使用 Tech2 清除所有故障码。

（5）添加点火开关钥匙　在已编程的 2 把点火开关钥匙存在的前提下，如果想要添加钥匙，按下列步骤操作：

1）在发动机关闭的情况下，保持点火开关置于“ON”位置。

2）使用 Tech2，进入“Body”中的“Theft Deterrent Module”。

3）选择“Program Additional Transponder Keys”（添加钥匙）。

4）根据 Tech2 的提示完成操作。

5）测试所有钥匙。

（6）更换 ECM 后的防盗编程　如果更换了发动机控制模块，应对防盗模块进行编程，否则防盗系统将不能正常工作，具体操作步骤如下：

1）将点火开关置于“ON”位置。

2）使用 Tech2，进入“Body”中的“Theft Deterrent Module”。

3）选择“Programming”中的“Link to ECM”。

4）获取 TIS 授权，重复步骤 1）~3）。

5）按照 Tech2 的提示完成操作。

6）使用 Tech2 清除故障码。

▲9-178　如何诊断上海别克轿车电动座椅的故障？

上海别克轿车电动座椅系统主要由座椅安全带开关、前座椅护板、座椅调节装置开关和座椅调节电动机等组成，其控制电路如图9-37所示。电动座椅的常见故障现象有5种，即：电动座椅不能向后翻转；电动座椅不能向前/向后移动；电动座椅不能向前翻转；电动座椅不工作；电动座椅调节装置不能垂直移动。当电动座椅出现故障时，可以按表9-4的方法进行检查，判断属于哪种故障，然后按图9-38～图9-42所示的流程进行故障诊断。

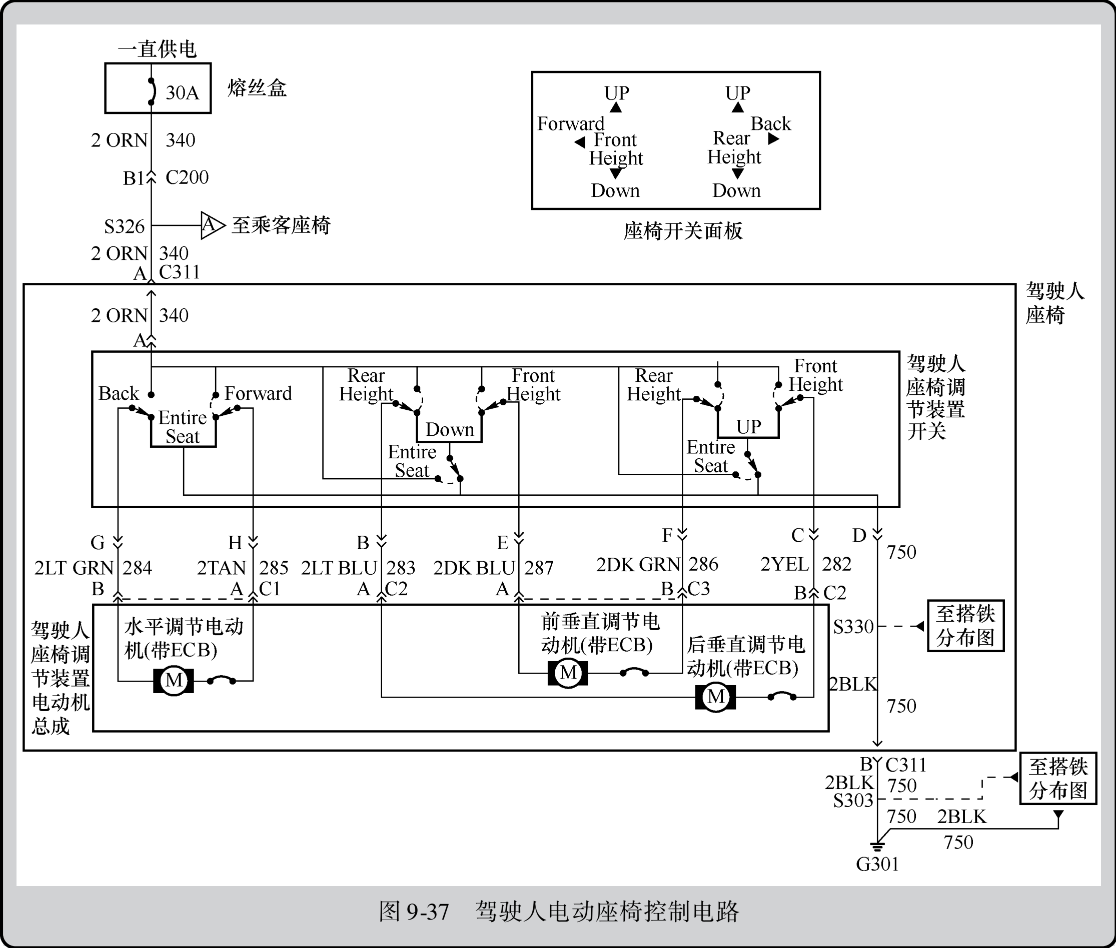


图9-37　驾驶人电动座椅控制电路

表9-4　电动座椅系统的检查

步骤	操作方法	正常结果	不正常结果
1	将驾驶人或乘员座椅调节装置开关移至任一方位	座椅按照座椅调节装置开关设置的方位移动	电动座椅不工作
2	将驾驶人或乘员座椅调节装置开关设置在“FORWARD”位置，然后再设置在“BACK”位置	座椅向前运动，然后往回运动	电动座椅不能向前/向后移动

（续）

步骤	操作方法	正常结果	不正常结果
3	将驾驶人或乘员座椅调节装置开关设置在“UP”位置，然后设置在“DOWN”位置	前座椅向前翻转，然后向后翻转	电动座椅不能向前翻转
4	将驾驶人或乘员座椅调节装置开关设置在“UP”位置，然后设置在“DOWN”位置	后座椅向前翻转，然后向后翻转	电动座椅不能向后翻转
5	将驾驶人或乘员座椅调节装置开关设置在“UP”位置，然后设置在“DOWN”位置	座椅上升，然后下降	电动座椅不能垂直移动

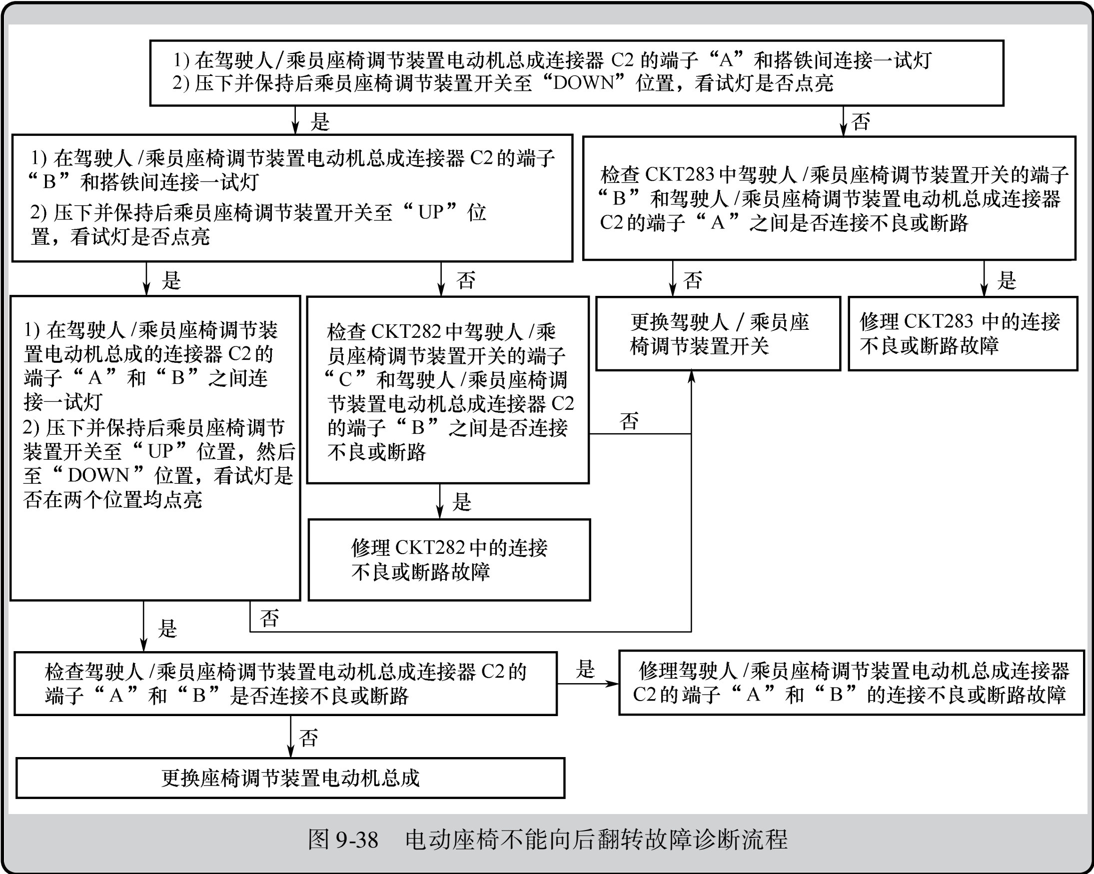


图 9-38　电动座椅不能向后翻转故障诊断流程

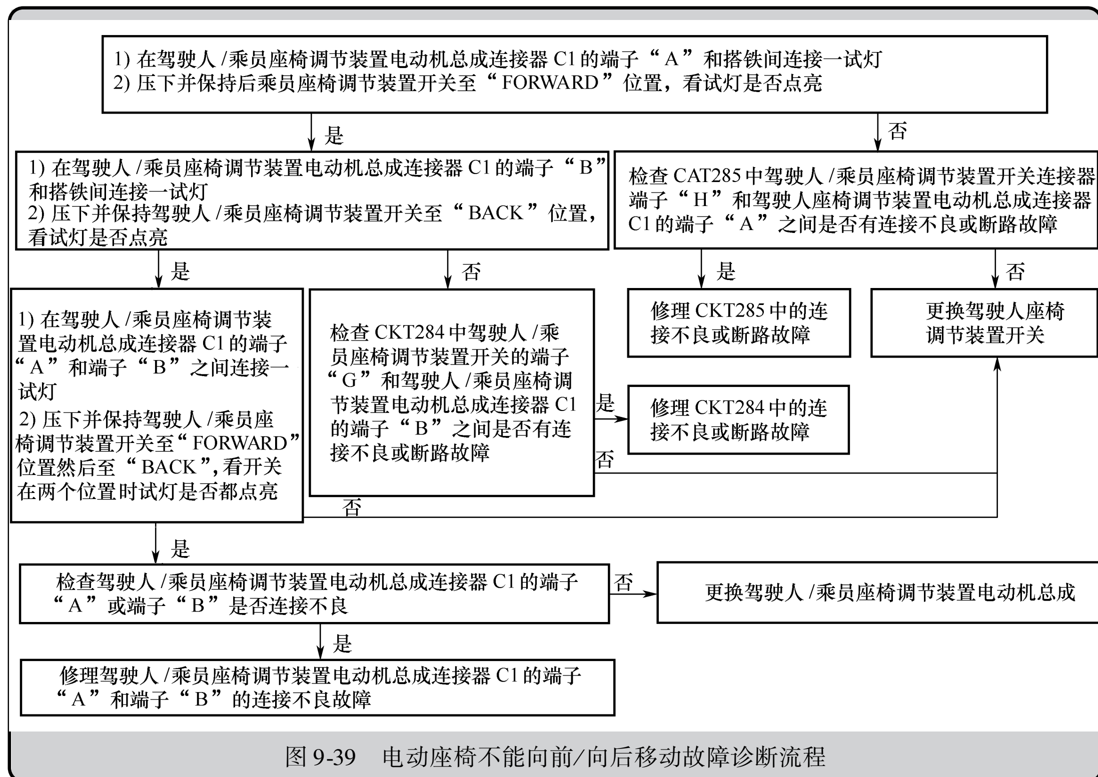


图 9-39　电动座椅不能向前/向后移动故障诊断流程

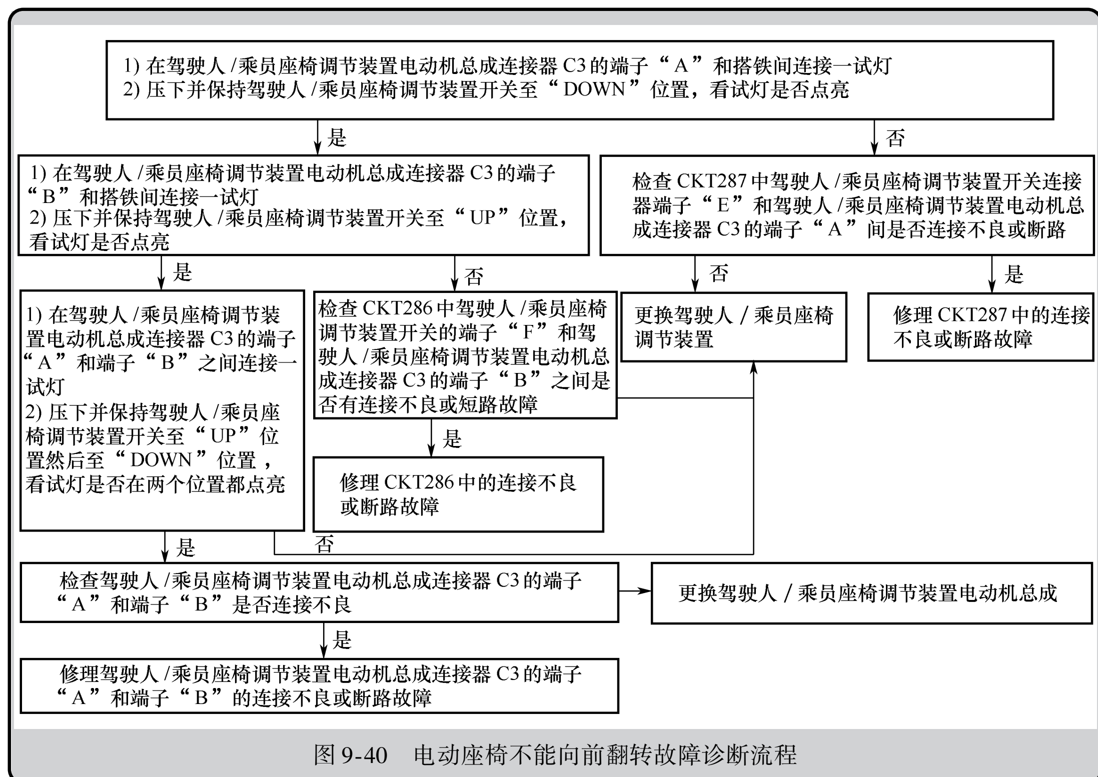


图 9-40　电动座椅不能向前翻转故障诊断流程

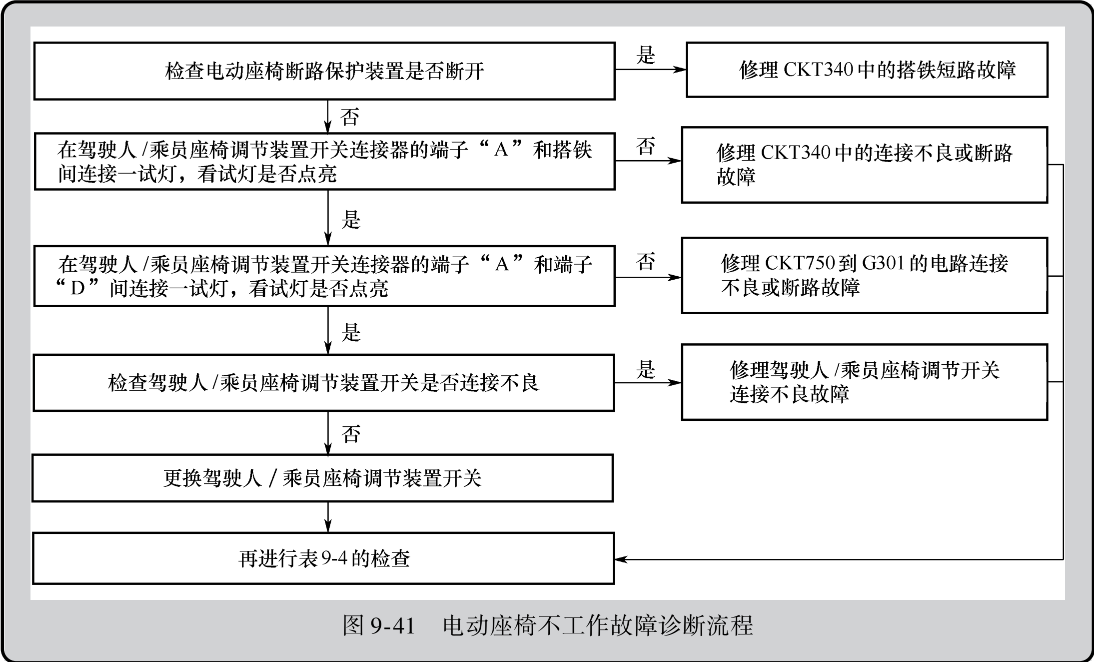


图 9-41　电动座椅不工作故障诊断流程

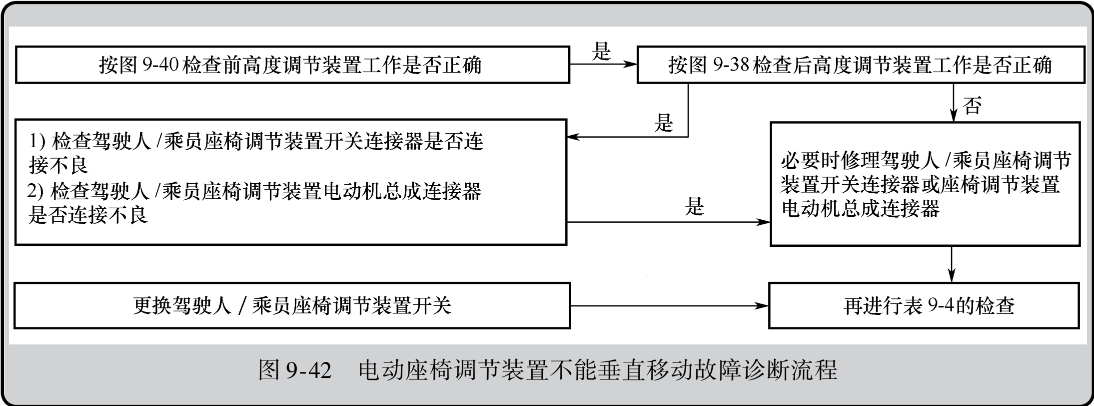


图 9-42　电动座椅调节装置不能垂直移动故障诊断流程

▲9-179　如何检测 2009 款雪佛兰科鲁兹电动车窗失效的故障?

雪佛兰科鲁兹(Cruze)是通用汽车以打造设计和性能紧凑型标杆车型为目标，整合全球资源开发的新一代产品。该车由上海通用实现国产，以在竞争激烈的紧凑车型中争夺市场。一直备受关注的全新雪佛兰紧凑车型科鲁兹(Cruze)终于在巴黎车展全球首发，揭开了其神秘的面纱。科鲁兹以其前卫的设计风格吸引了人们的视线，其精密的制造工艺使其有望成为紧凑车型的全新标杆。

一辆 2009 款科鲁兹，驾驶人侧升降器开关只能控制左前玻璃升降，不能控制其余 3 个车窗升降，而它们各自门上的开关能控制自身车窗的升降。

接车后进行验证，结果驾驶人所描述的故障确实存在。用 GDS2 专用解码器检查车身控制模块，发现有两个关于车身通信的 U 类当前故障码：① U1534：总线 LIN3 与左前车窗电动机失去通信；② U1538：总线 LIN3 与右前车窗开关失去通信。由这两个故障码可以判断问题可能出在与 LIN3（LIN3 线是科鲁兹玻璃升降控制专用通信线，它遵循 MASTER 主从协议）相关的线路或部件上。科鲁兹的车窗控制系统通信示意图如图 9-43 所示。

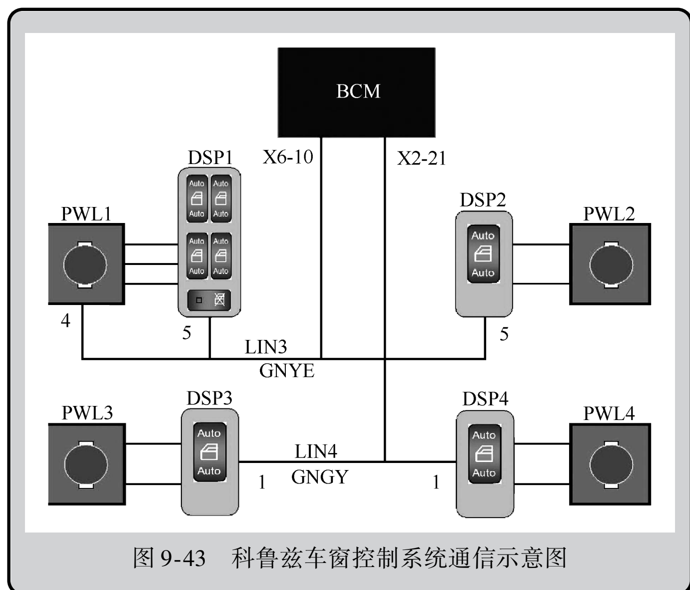


图 9-43 科鲁兹车窗控制系统通信示意图

结合图 9-43 及故障码，应该是 BCM 故障、LIN3 线路断路或者 X6-10 号脚接触不良。读取相关数据流发现，当左前门任意升降开关动作的时候，BCM 并不响应，它显示的相应开关状态始终是“未动作”，而其他的三个门开关只要一动作，BCM 马上显示为相应的“升”或者“降”，由此可以判断左前门升降器的信号不能送到 BCM，即左前门升降器开关到 BCM 之间的 LIN3 通信线路存在断路。详细线路如图 9-44 所示。

按图 9-44 测量驾驶人侧车窗电动机 4 号脚与驾驶人侧车窗开关 5 号脚，导通正常，测量 5 号脚与 X500-18 号脚，导通也正常，再测量 X500-18 与 BCM 的 X6-10 号脚，它们之间不通。至此，故障原因已经锁定：就是这段线路有断路点。结合维修手册，这段线路实车走势如下：BCM 的 X6-10 脚往下经过变速杆底座，再右拐经驾驶人座椅后部底下，到左前门下底围，往前到 A 柱底部再往上到 X500 连接器。那么顺藤摸瓜，终于在扒开左前门下底围线束时发现故障点，原来这个节点地方被水浸泡时间长了已经腐蚀断开，如图 9-45 所示。

那么，驾驶室的水是从哪来的呢？进一步检查发现，该车的蒸发器排水管脱落，空调产生的水全都流进驾驶室，重新安装排水管，该故障得到彻底解决。这是关于科鲁兹玻璃升降控制系统的典型故障，把相关线路图及 LIN3 的控制原理搞明白，解决此类问题就会容易得多。

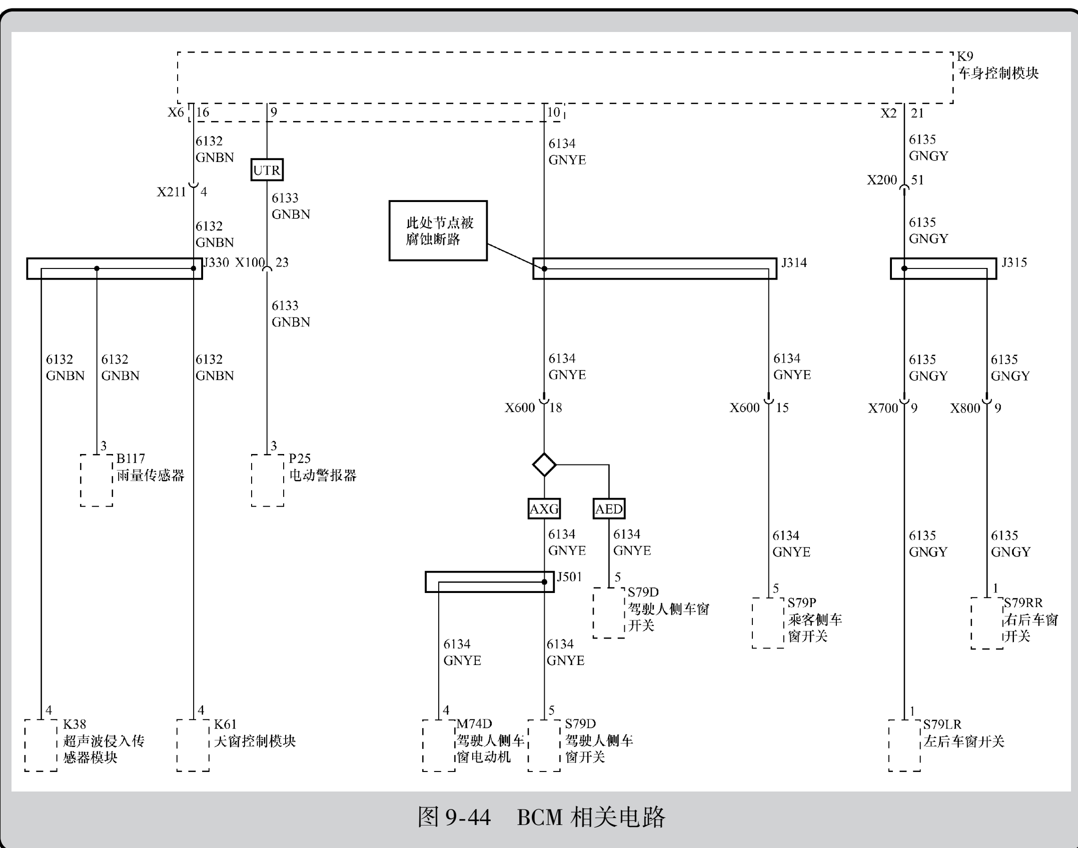


图 9-44　BCM 相关电路

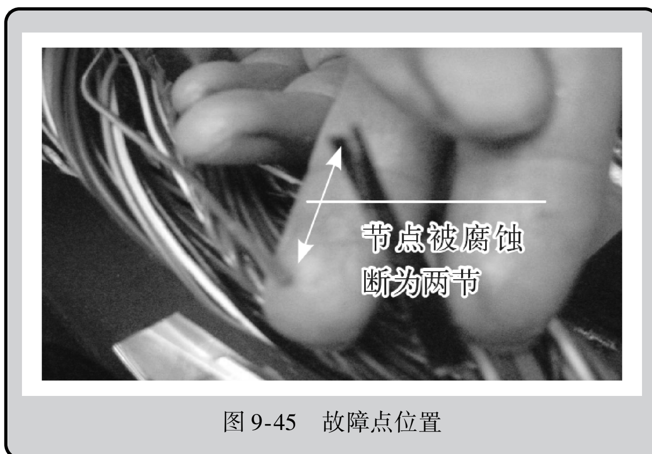


图 9-45　故障点位置

△9-180　如何排除广州本田雅阁电动车窗不能升降的故障?

本田雅阁在过去的十多年里已然成为国内中高级车的标杆之一，从第六代国产正式进入中国市场，到第七代树立标杆，再到第八代雅阁的“跃级而立”，大气、豪华、全面的特质使本田这个品牌在中国稳稳立足。一辆 2006 年生产的本田雅阁 CM5，左前门上的主升降开

关不能控制其余三个车窗，同时其余三个车窗也不能单独工作。

针对故障车辆的现象，用左前门的主升降开关操作，除左前门外其余三个门的电动摇窗机都不工作。分别按其余各车门上的电动摇窗机开关，摇窗机均无反应。利用解码器进入动作测试，各电动摇窗机均能工作，证明故障出在控制电路。根据本田雅阁电动车窗控制电路图(图 9-46)，可知电动车窗主控开关中装有车门多路控制装置，电动车窗主控开关通过多路控制装置控制 4 个车门的电动摇窗机。

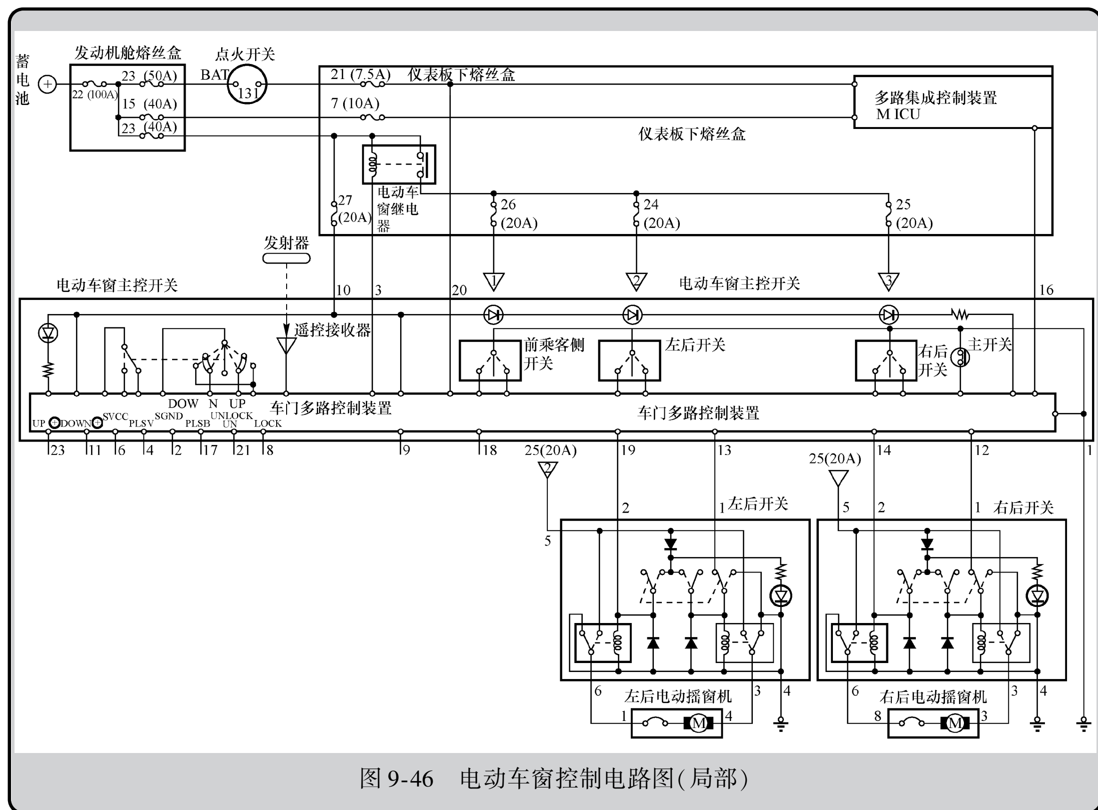


图 9-46　电动车窗控制电路图(局部)

电动车窗系统由主控开关、各门控制开关、各门玻璃升降电动机、电动车窗继电器(位于多路控制系统单元中,该单元在仪表台左下方)和线路构成。主控开关对除左前门外的其余三门电动车窗的集中控制，是通过主控开关控制电动车窗继电器的工作与否来实现的。电动车窗继电器的作用是给其余三门电动摇窗机提供工作电源。接通主控开关上的主开关，电动车窗继电器工作，主控开关和各门开关均可操作其余三门电动车窗，切断情况下各开关均不可操作。在各门电动车窗开关里集成了两个继电器，但是这两个继电器均由电动车窗继电器提供工作电源。

正常情况下，主控开关和各门控制开关通过并联方式，可分别控制继电器的控制电源来操作电动车窗电动机。电动车窗继电器受主控开关上的主开关控制，当主开关给车门多路控制装置一个接通信号后，则车门多路控制装置使电动车窗继电器控制线圈搭铁回路接通，电动车窗继电器接通。如果此时电动车窗继电器不接通，则熔丝 No. 24、No. 25、No. 26 均无电。此时主控开关和各门控制开关均不能控制其余三个电动车窗。左前门电动车窗有单独电源，不受此电动车窗继电器控制。

由于熔丝 No. 24、No. 25、No. 26 同时熔断的可能性为零，而左前电动车窗能工作又说明熔丝 No. 27 也未熔断。所以能引起三个门电动车窗同时不工作的机件只能有：电动车窗继电器、主控开关及车门多路控制装置以及它们的连接线路。

接通主开关，未听到电动车窗继电器接通声，这说明电动车窗继电器损坏或主控开关未能通过车门多路控制装置来控制此继电器。由于电动车窗继电器是通用型，来源方便，但更换一个后，仍不工作。这说明主控开关未能通过车门多路控制装置来控制此电动车窗继电器接通。此时仍不能接通的原因是：主控开关故障(车门多路控制装置未能使电动车窗继电器搭铁回路导通)，开关与继电器间线束或接头、插座故障。

查询电路图得知，主控开关通过插头的第 3 号插脚(图 9-47)来控制此继电器的工作。拆下电动车窗主控开关，断开 23P 插接器，经检查插头、插座接触良好，23P 插头 3 号插脚到继电器控制插脚间导通良好，由此说明线束和接头、插座正常。

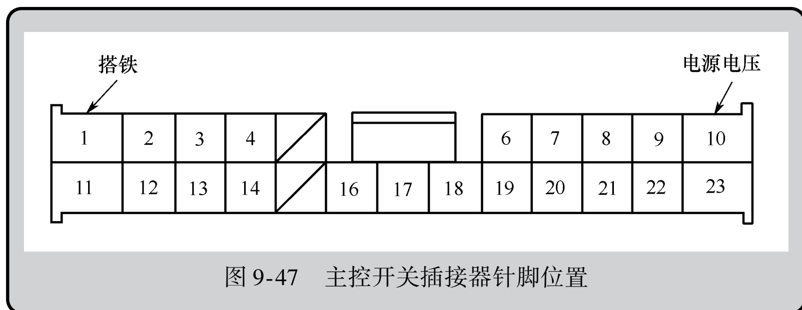


图 9-47　主控开关插接器针脚位置

为了确定主控开关是否正常，对插头线束进行以下测试：当点火开关 ON 时，检查 10 号插孔为蓄电池电压。同时 20 号插孔打开点火开关时应为蓄电池电压，否则检查仪表板熔丝盒中 No. 21(7. 5A)熔丝、仪表板下熔丝盒、线路。

插孔 1 在所有条件下对搭铁导通(0. 5Ω 以下)，否则应检查线路和搭铁点。在 3 号脚搭铁的情况下，使用跨接线将 10 号脚和 9 号脚相连，乘客侧摇窗机应下降；将 10 号脚与 18 号脚相连，则乘客侧摇窗机应上升，否则检查 3 号脚的搭铁点、仪表板下 26 号熔丝、乘客侧电动摇窗机、开关、线路。其余各门参照电路图进行相同测试，如果测试到有故障，则针对性地修理，然后重新检查。如上述所有测试都正常，则说明车门主控开关存在故障，必须更换带车门多路控制装置的电动车窗主控开关总成。

更换主控开关后还必须进行遥控匹配，方法如下：①将所有车门关闭，打开点火开关到点火档(ON)，按锁止键；②在 4s 内，将点火开关关闭再打开，按开锁键；③在 4s 内将点火开关关闭再打开，按锁止键；④在 4s 内将点火开关关闭再打开，按锁止键或开锁键一次。此时门锁应动作一次，再按锁止和开锁键一次，关闭点火开关，匹配完成。有时一次匹配不成功可多试两次，匹配成功即维修结束。

该故障在本田雅阁车型上常见，但现象稍有差别，每个车不能工作的电动车窗不定，一般更换车门多路控制装置就能解决故障。虽是同一款车，但由于出厂时间不同，车门多路控制装置型号也不一样(注意其边上印的 H12/H15 字样)，不能通用。对换下的多个旧件进行分解检查，发现均是主控开关印制电路板上有轻微腐蚀，参见图 9-48 中画圈处。

对换下的主控开关检查后，发现也有几处线路已腐蚀断路，顺着线路查看，该线路刚好连接右前门及两后门上的摇窗机开关。当用导线连接断路处，再装回车上，主控开关就能控

制右前门及两后门正常工作。

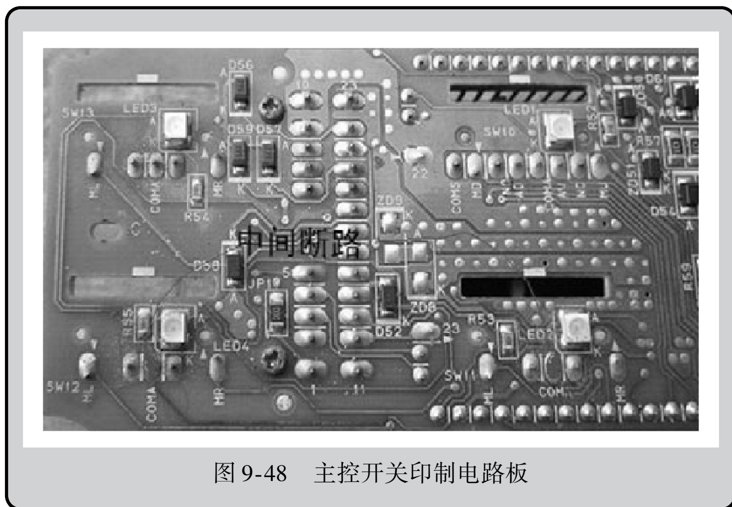


图 9-48 主控开关印制电路板

结合电路图分析，该线路是从主控开关内部到外部搭铁的。如图 9-46 所示，其余三门开关的中间接线通过导线连接在一起，还连接主开关然后通过主控开关的 1 号脚去外部搭铁。这三门开关构造相同只有三个触点、一条搭铁线、一条上升信号线、一条下降信号线，各开关通过控制这两条信号线与搭铁的导通给车门多路控制装置一个请求信号，车门多路控制装置通过控制线输出一个控制电源到相应的车门开关内的继电器。主开关也是通过这条线与搭铁的通断给车门多路控制装置一个接通电动车窗继电器的请求信号。由于断路造成车门多路控制装置接收不到主开关的通断请求信号，而不会控制电动摇窗机继电器搭铁工作，致使其余三门得不到继电器提供的工作电源，导致操作各开关均不能正常工作。

如果线路板损坏较轻，可以根据驾驶人要求对线路板进行修复再使用。可对断路的部位用电烙铁重新焊接或用导线跨接。我们也曾修复过多个，都获成功。

★9-181 怎样对日产颐达轿车电动车窗不动作进行修理?

作为雷诺与日产的全球战略联盟的又一结晶，颐达(TIIDA)无处不流露着时尚、动感的欧洲气质。外观、超乎想象的空间、高品质的内饰、丰富的个性化设置、先进的发动机、主动及被动安全性能，成就了颐达(TIIDA)的“宽适”与现代。一辆行驶 4.5 万 km 的日产颐达轿车，所有电动车窗均不动作。此车是因为加装防盗器导致车身左侧线路及地胶部分烧毁，在修理厂更换线束后出现上述故障，因无法修理，驾驶人将车辆开到我厂检查。

按照常规思路先检查熔丝及电源，无异常。测量电动机处无电源，初步判断为电动车窗开关故障，更换后故障依旧。此时心中不解，为什么熔丝有电而电动车窗开关不正常？难道熔丝到电动车窗开关的线路断路？

因为是刚换的新线束，出现故障可能性不大，怀疑还是有别的问题所致。于是打开维修手册，查找相关电路图(图 9-49)，发现此线路特点，原来电源是先给 BCM(也就是车身电脑)供电，再输出给电动车窗开关。于是更换 BCM，并且重新配置后试车，正常。

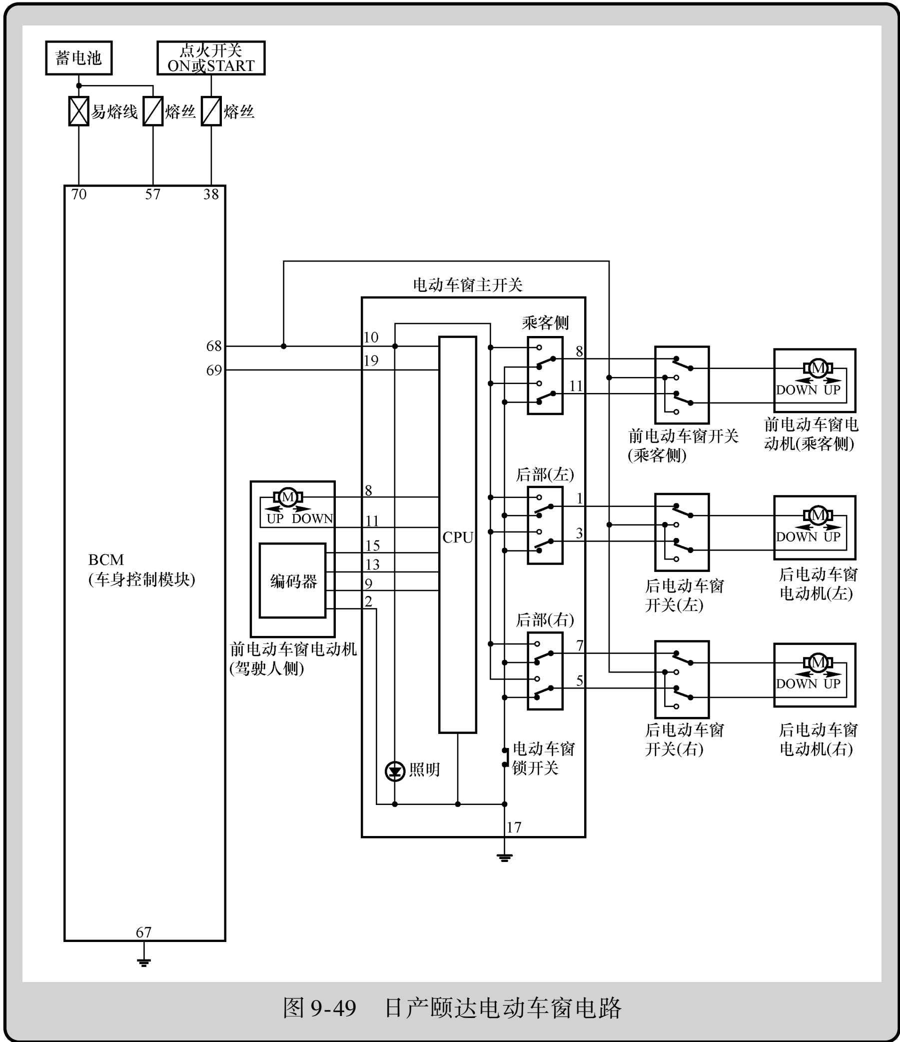


图 9-49　日产颐达电动车窗电路

注意：东风日产全系车型更换 BCM 后必须重新配置，否则会引起各种故障！

☆9-182　如何排除凯迪拉克 CTS 车电动车窗玻璃升降失灵故障？

凯迪拉克 CTS 的运动型豪华轿车外形设计极富美国风格，运用了许多凯迪拉克的经典设计语言，锲形车身轮廓鲜明，线条硬朗，车头较短，拥有钻石般的高贵质感，给人的整体感觉利落、流畅。一辆行驶里程为 22. 5 万 km 的 2005 款凯迪拉克 CTS 轿车，驾驶人反映 4 个车门的电动车窗玻璃升降失灵（均无法升降）。据驾驶人称，该车曾有一次在下雨天时忘记关闭右后车门玻璃，一个多星期后玻璃升降器便不能工作了，分别操作各个车门上的开关，电动车窗玻璃升降器均无动作。

由于 4 个车门的电动车窗玻璃升降器同时失灵，因此可以排除各个车门玻璃升降器电动机的故障，因为 4 个车门的玻璃升降器电动机同时损坏的可能性不大。分析认为，电路部分出现故障可能性比较大，且极有可能是 4 个车门玻璃升降器电动机公共部分的线路存在故障。

查阅电动车窗控制部件电源分布图(图 9-50)，找到驾驶人侧车门模块(DDM,DRIVER DR MOD)导线连接器，再查找位于车内后排座椅下面的车门模块熔丝盒。根据维修手册可知，车门模块的蓄电池电压按以下方式提供：驾驶人侧车门模块的蓄电池电压由后熔丝盒中的 DRIVER DR MOD 10 A 熔丝供电；乘客侧车门模块(PDM,PSGR DR MOD)的蓄电池电压由后熔丝盒中的 PSGR DR MOD 10A 熔丝供电；左后车门模块和右后车门模块同样有各自的蓄电池电压电路，但都由 REAR DR MOD(后车门模块)15A 熔丝供电。从熔丝盒中拆卸 DR MOD PWR(车门模块电源)断路器，接通点火开关(不起动发动机)，用连接到搭铁的测试灯测试 DR MOD PWR 断路器的蓄电池电源端子。测试灯点亮，说明 DR MOD PWR 断路器线路正常；将测试灯连接到 DR MOD PWR 断路器的熔丝端子，发现熔丝断路。但换上新的熔丝，熔丝马上又被烧掉，据此认为是 B + 端到 DDM 导线连接器 C1 之间的连接线(图 9-51)有短路情况或驾驶人侧车门模块内部短路，但更换驾驶人侧车门模块后，故障依然存在，说明驾驶人侧车门模块没有问题。

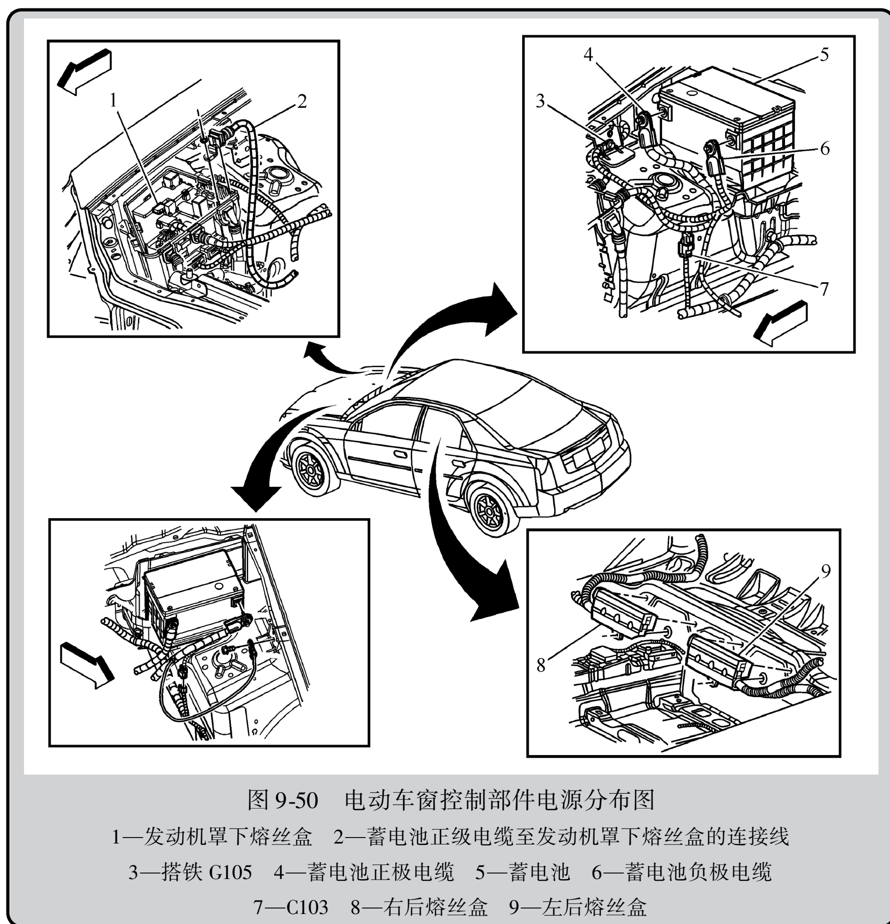


图 9-50　电动车窗控制部件电源分布图

1—发动机罩下熔丝盒　2—蓄电池正级电缆至发动机罩下熔丝盒的连接线
3—搭铁 G105　4—蓄电池正极电缆　5—蓄电池　6—蓄电池负极电缆
7—C103　8—右后熔丝盒　9—左后熔丝盒

检查 DDM 导线连接器 C1(图 9-52)，用试灯测量导线连接器 C1 的端子 A，没有 B + 电源，用万用表检查驾驶人侧车门模块导线连接器 C1 的端子 A 到车门模块电源断路器间的线路连接，发现电阻为∞。在拆下右后地毯，发现有雨水痕迹，车门模块电源线束连接处严重氧化造成短路或断路。重新焊接线路，更换 DRIVER DR MOD 10A 熔丝后试车，故障排除。

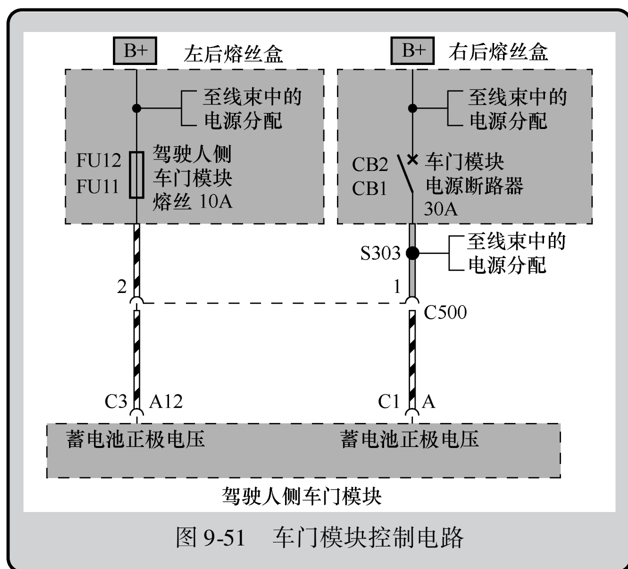


图 9-51 车门模块控制电路

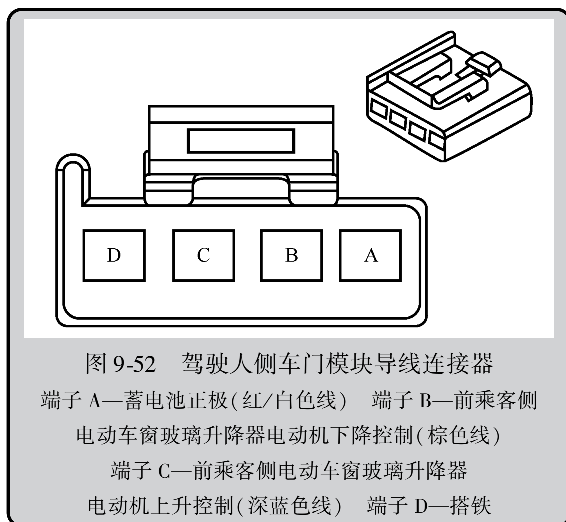


图 9-52 驾驶人侧车门模块导线连接器

端子 A—蓄电池正极(红/白色线) 端子 B—前乘客侧电动车窗玻璃升降器电动机下降控制(棕色线) 端子 C—前乘客侧电动车窗玻璃升降器电动机上升控制(深蓝色线) 端子 D—搭铁

▲9-183 怎样诊断凯迪拉克 CTS 电动车窗故障?

一辆 2005 年款凯迪拉克 CTS 轿车，据驾驶人反映，该车的左前门和左后门的电动车窗玻璃无法升降。首先验证故障现象，确实如驾驶人所述。根据维修经验，对于左前门和左后门同时出现电动车窗故障的案例，玻璃升降器开关或升降器同时出故障的可能性不大，问题应该出在线路方面，应该重点检查两个车门共用的线路。

先从左前门开始检查。参考电动车窗电路图(图 9-53)，测量电动车窗电动机的 A 脚和 C 脚，电压为 13.4V，这应该是正常的。难道是电动机坏了？测量电动机的电阻为 2.8Ω，阻值正常，电动机应该没有问题。为防万一，更换电动机试验，故障依旧。但是电动机的 A 和 C 脚有电啊！合理的解释是虚电。接上试灯进行检测，试灯不亮，这证实了推测，只能对线路进一步检测。

对门内线束进行外观检查，没有发现线束磨损搭铁或插头虚接的现象，测量左前门车门控制模块DDM的A1针脚，试灯不点亮，这说明DDM模块供给电动机的电压也是虚电，只能测量DDM模块的供电线路。为避免在检查时走弯路浪费时间，决定找一根线直接从DDM模块供电处跨接，以确定是否供电线路问题后再继续检查。找到DDM模块供电电路图，从图上来看，故障点应该出现在接点S303处，因为右前门和右后门的玻璃升降正常，只有左前门和左后门有故障，那问题肯定是在接点处出现线路虚接。直接从车门模块电源断路器处接线给DDM模块供电，左前门玻璃升降器正常工作，看来故障确实如我们所判定。接下来的工作就是对线路进行检测，找出线路虚接的地方。由于S303在右后座椅下方，不好拆，先检测一下C500(左前门线束和车身线束连接处)，发现还是虚接，那就直接按我们判定的故障点将右后座椅拆下，发现果然是接点S303(图9-54)出现了问题，线路已经断路。

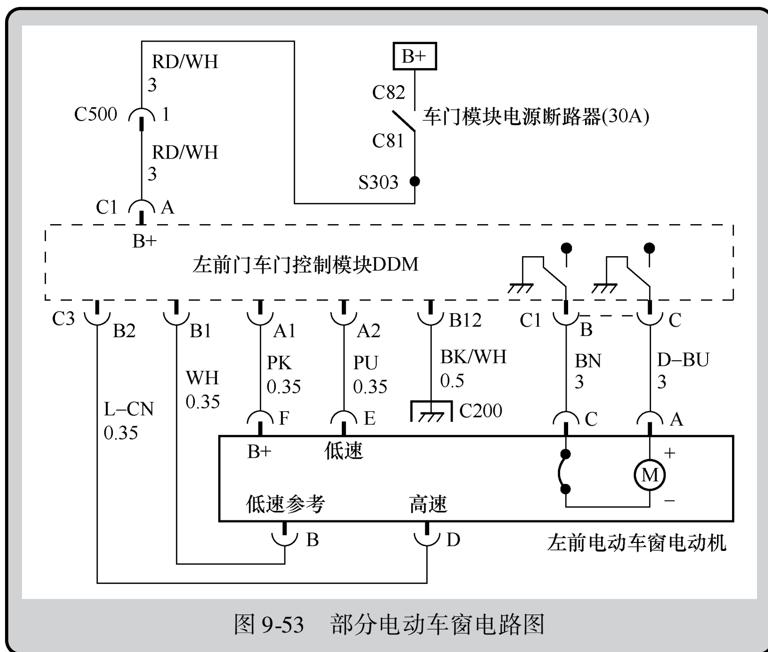


图9-53　部分电动车窗电路图



图9-54　断路的接点S303

由于车内进水，导致接点 S303 的线路出现腐蚀，造成线路虚接，使 DDM 模块的供电为虚电。

9-184　如何排除新宝来电动车窗用遥控器无法控制的故障？

宝来是德国大众旗下的轿车。在欧洲市场，宝来（Bora）是针对宝马 3 系列、奥迪 A4、欧宝威达设计的一款具有竞争力的车型。宝来是从德国大众 Golf 车系中衍生出来的，是大众 A 级车中的最新产品，在德国与高尔夫和甲壳虫共用一个平台。而国内所谓的新宝来，是大众集团为了适应中国市场，特别为国内消费者生产的一款家用车。宝来是一汽大众继捷达之后投产的第二个品牌，树立了宝来作为“中国高品质 A 级轿车”至高无上的地位。一辆 2009 年产一汽大众新宝来轿车，搭载 BWH 型 1.6L 发动机，行驶里程 3000km。据驾驶人反映，用遥控器不能控制电动车窗的升降。

首先验证故障现象，将电动车窗降下，关闭全部车门后长时间按住遥控器的闭锁键，车窗不能自动升起，按住遥控器的开锁键时车窗也不能自动降下，这与驾驶人描述的故障现象一致。新宝来车的电动车窗开关有 2 种升降方式，即自动升降（一键式升降）和手动升降，检查时还发现了另外 1 个故障现象，就是按住左前门上的电动车窗组合开关手动档时，正常情况下车窗应无间断地上升或下降，但是该车的车窗只能断断续续地升或降，中途会停顿 1～2s后继续动作。检查车窗的自动升降功能，也不能实现。

从故障现象来看，认为是电动车窗的自动升降功能失效导致了遥控器不能控制车窗的升降，可能的故障点包括：车窗初始化不良、左前门电动车窗组合开关故障、车身控制单元 BCM 损坏或编码错误、相关线路问题（包括 LIN 线）、车门控制单元损坏。查询车身控制单元 BCM，没有发现故障码存储，于是读取 BCM 数据流来检查车窗的初始化状态（图 9-55）。从数据流中可以看出，只有“已初始化的驾驶人车门车窗升降器”状态显示为“否”，其他 3 个车门车窗升降器的状态均显示为“是”，于是对驾驶人侧的车窗进行初始化，但发现初始化无法完成。

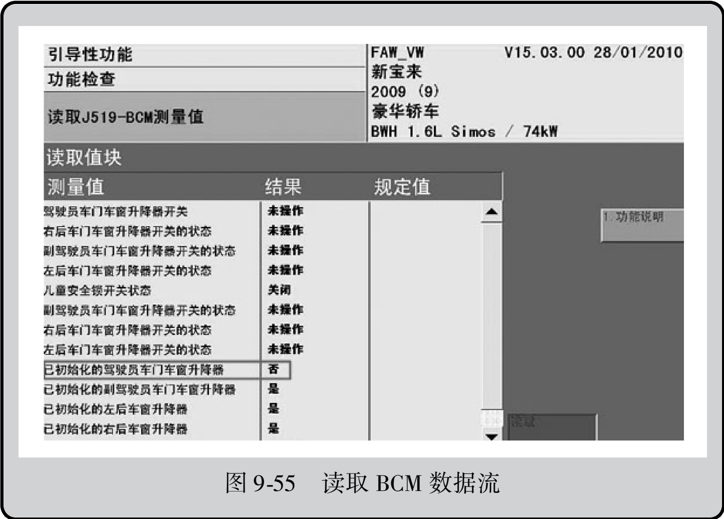


图 9-55　读取 BCM 数据流

初始化无法完成并不能说明驾驶人侧车门控制单元 J386 损坏，车窗电动机的正常工作流程是车窗升降开关信号→J386→BCM→J386 控制升降电动机工作（BCM 到 J386 之间通过 LIN 线传递信号），如果信号在传递过程中中断，也将导致初始化不能完成。接下来检查车

窗升降开关信号到 BCM 的传递是否正常，于是在按住车窗升降开关的同时读取数据流（图 9-56），可以看到虽然车窗的升降过程断断续续，但 BCM 接收到的升降开关信号并没有中断，这说明组合开关没问题。检查 BCM 的长编码为"＄62 99 CA 2A 18 13 0D 00 00 30 00 00 34 1A 00 80 00 80 00 E0 60 02 00 00 30 00"，编码正确，至此怀疑是否 BCM 之后的信号传递有问题？因为 BCM 到 J386 之间通过 LIN 线传递信号，而使用示波器检查 LIN 线最为直观，于是通过示波器观察 LIN 线的波形。

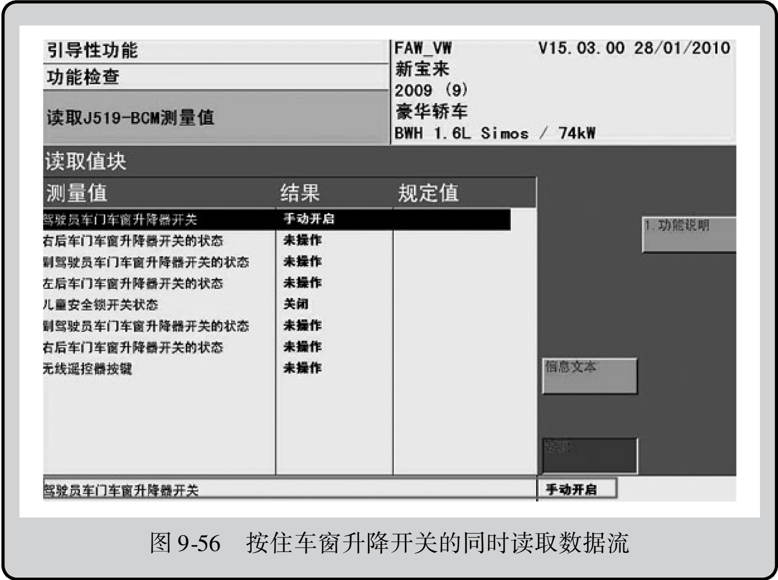


图 9-56　按住车窗升降开关的同时读取数据流

从 LIN 线的波形图上可以看出（图 9-57），LIN 线的工作电压不到 9V，这不正常，正常工作电压为 12V，这说明数据的传递不完整。分析导致 LIN 线波形不正常的原因包括：LIN 线本身故障（包括节点）、LIN 线上连接的控制单元中有损坏而导致 LIN 信号失真，当然包含

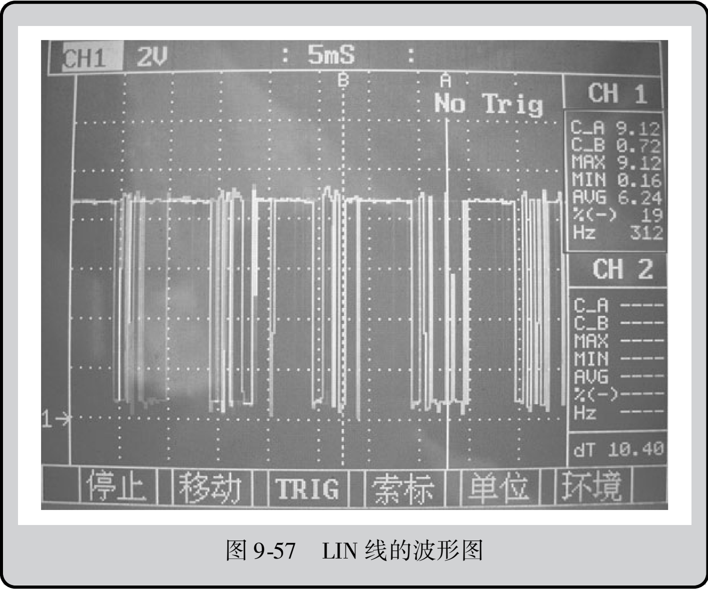


图 9-57　LIN 线的波形图

J386 损坏的可能性。接下来检查 LIN 线本身是否正常，从 LIN 线电路图(图 9-58)上可以看出，只要测量 BCM(J519)的 T73a/17 脚到 J386 的 T10l/3 脚之间的 LIN 线的通断与搭铁情况就可以看出 LIN 线的连接是否正常，用万用表测量 LIN 线的电阻与搭铁都正常，于是排除 LIN 线本身的故障可能性(实际上,如果能够熟练运用示波器,就可以直接看出不是 LIN 线本身的问题)。下面确定 LIN 线上连接的控制单元是否有故障，如果逐个拔掉 J386、J387、J388 以及 J389，则工作量很大，我们可以先进行分析。从图 9-55 的数据流中可以看到只有 J386 的初始化状态显示为“否”，因此故障可能性最大的部件是 J386，于是首先拔掉 J386，观察 LIN 线波形恢复正常(图 9-59)，这说明确实是 J386 出了问题。

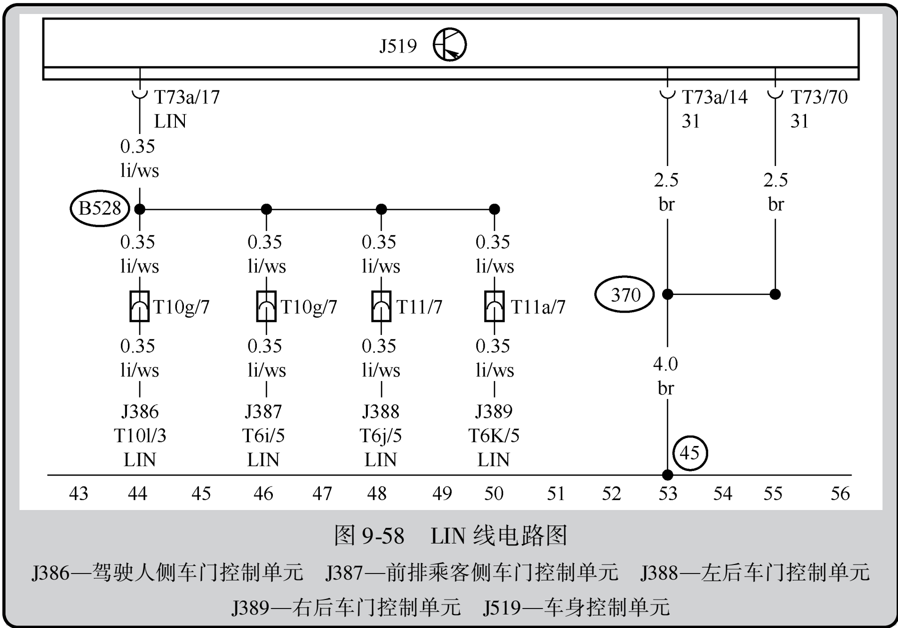


图 9-58 LIN 线电路图

J386—驾驶人侧车门控制单元 J387—前排乘客侧车门控制单元 J388—左后车门控制单元 J389—右后车门控制单元 J519—车身控制单元

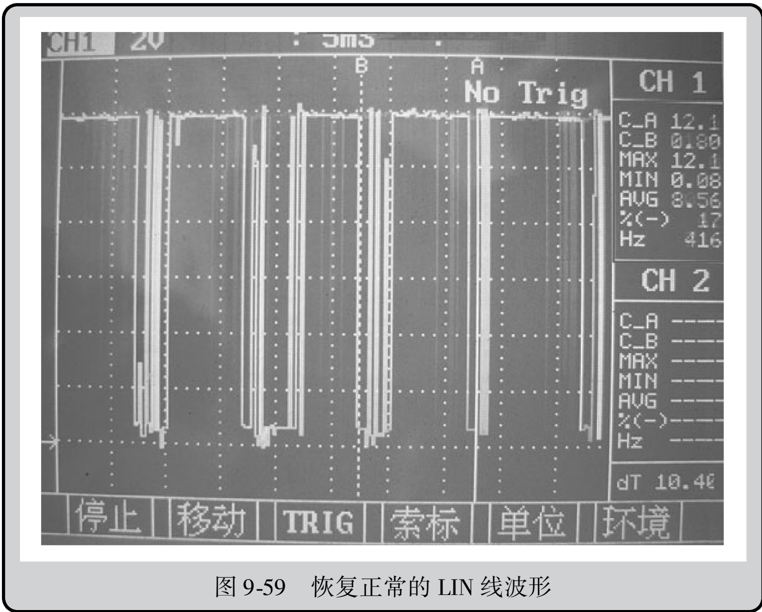


图 9-59 恢复正常的 LIN 线波形

更换驾驶人侧车门控制单元J386，使用遥控器可以控制电动车窗的升降，确定故障排除。拆开J386的外壳，可以看到内部进水，这是导致J386损坏的原因。分析J386进水的原因，应该是不久前贴膜时操作不当所致。

☆9-185　如何排除2011款北京现代索纳塔倒车后视镜无影像故障?

北京现代推出的索纳塔轿车，是韩国现代自动车株式会社开发的最成功的车型。作为中高级轿车，无论在韩国国内市场，还是在以美国为主的海外市场，索纳塔都取得了良好的业绩，到目前为止，销售累计已超过200万辆。第八代索纳塔是索纳塔车型的第八代产品，由现代汽车美国研发中心研发设计，以美国版索纳塔为蓝本的北京现代第八代索纳塔又为中国消费者量身添置了8项高科技配置，对这样的设计，它的认可度更高。一辆2011款北京现代第八代索纳塔轿车(图9-60)，因倒车后视镜没有影像(图9-61)进行维修。该车行驶265km(图9-62)。



图9-60　北京现代第八代索纳塔


图9-61　倒车后视镜无影像

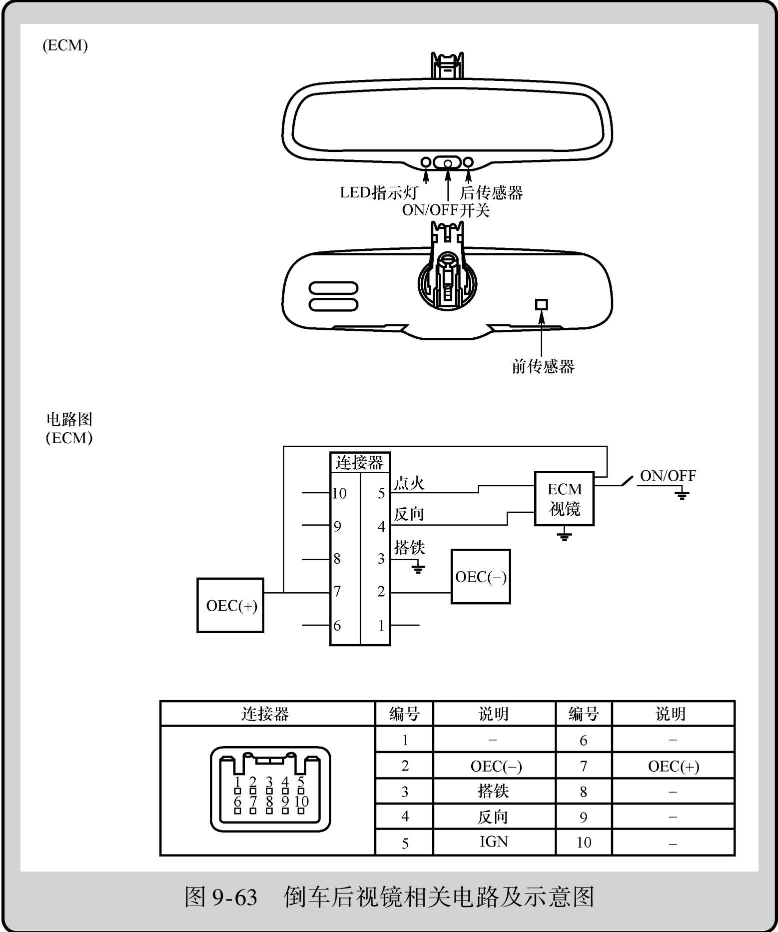


图9-62　行驶里程数显示

维修人员接车后首先用北京现代原厂诊断仪读取BCM系统的故障码，未发现异常现象。因该车为新车，也没有加装其他的用电设备。据驾驶人描述买了没几天，后视镜就没有倒车影像了。但是倒车雷达却工作正常。

RPAS(后驻车辅助系统)是停车或低速时，利用超声波的特性，检测到车辆后方和侧面存在障碍物后，警告驾驶人注意的电子驱动辅助装置。RPAS包括4个RPS传感器，检测障碍物并通过LIN通信，向BCM输出三个阶段的蜂鸣器警报(第一、第二和第三阶段警报)。BCM根据传感器传送的通信信息，决定警报阶段，起动蜂鸣器或发送显示数据。因该车为

新车，线束短路的可能性不大，找到线路图(图 9-63)，查看后视镜的线路，拔下插头，该插头为 10 个针脚，其中 4 号脚为反向，5 号脚为点火(IGN)。把档位挂到 R 位，用万用表电压档测后视镜插头的 4 号和 5 号针脚，发现有 12V 的电压，这就奇怪了，挂上 R 位就有 12V 的电压，为什么后视镜没有影像，怀疑后视镜坏掉了导致没有倒车影像。我们用换件的方式换掉了后视镜，更换后，倒车影像正常，该故障排除。



连接器	编号	说明	编号	说明
	1	−	6	−
	2	OEC(−)	7	OEC(+)
	3	搭铁	8	−
	4	反向	9	−
	5	IGN	10	−

图 9-63 倒车后视镜相关电路及示意图

▲9-186 如何排除宝马 318i 外后视镜失灵的故障?

宝马 318i 是华晨宝马继宝马 325i 之后，推出的又一款 3 系列轿车。根据宝马惯用的车型编号方法，宝马 318i 发动机排量应该为 1.8L，然而国产宝马 318i 却采用了排量为 2.0L 的发动机，这还引发了业内一片争论。其实汽车编号就如人的姓名一样，只是个代号，很多人的姓名和他本人的性格都不一样。车亦如此，宝马 318i 是用 1.8L 还是 2.0L 的发动机并不重要，关键还得看车的性能。一辆 2005 年产 318i 宝马轿车，采用 E46 底盘、N46 型发动机，行驶里程 10 万 km。驾驶人反映该车操作外后视镜调节按钮，后视镜无任何反应。

接车后，首先验证驾驶人的描述。发现触动外后视镜开关左右外后视镜均无任何反应，也没有听到电动机的响声。初步判断外视镜机械卡滞可能性很小。连接 GT1 进行快速测试，外

后视镜控制系统内没有故障码。进入子功能进行元件测试，激活外后视镜自检功能，左右外视镜均能向左、右、上、下运动。外后视镜机械卡滞的可能性排除。断开 GT1 诊断仪，重新触动外后视镜开关，左右外后视镜仍然无任何反应，这时判断可能是外后视镜调整开关损坏。

根据车上外后视镜调整开关零件号，订购同一零件号外后视镜调整开关。装车试验，发现故障没有任何变化。触动外后视镜调整开关外后视镜仍然没有任何反应。考虑肯定在诊断过程中有理解错误的地方。查询电路图图 9-64，果然发现理解错误。外后视镜由两个电动机驱动装置分别沿水平方向和垂直方向进行调节。相应的调节方向由基本模块通过信息电码发送至后视镜电子装置。不是以前的调节方向有开关直接控制电动机。认识到这一点，仔细分析诊断过程，进行元件测试外后视镜能正常工作，说明从基本模块到后视镜电子装置，到外后视镜调整电动机之间应该工作正常。利用外后视镜调整开关，外后视镜不能正常工作，说明从外后视镜调整开关到后视镜电子装置之间工作不正常，断定从外后视镜调整开关到外后视镜电子装置之间必定存在断路。

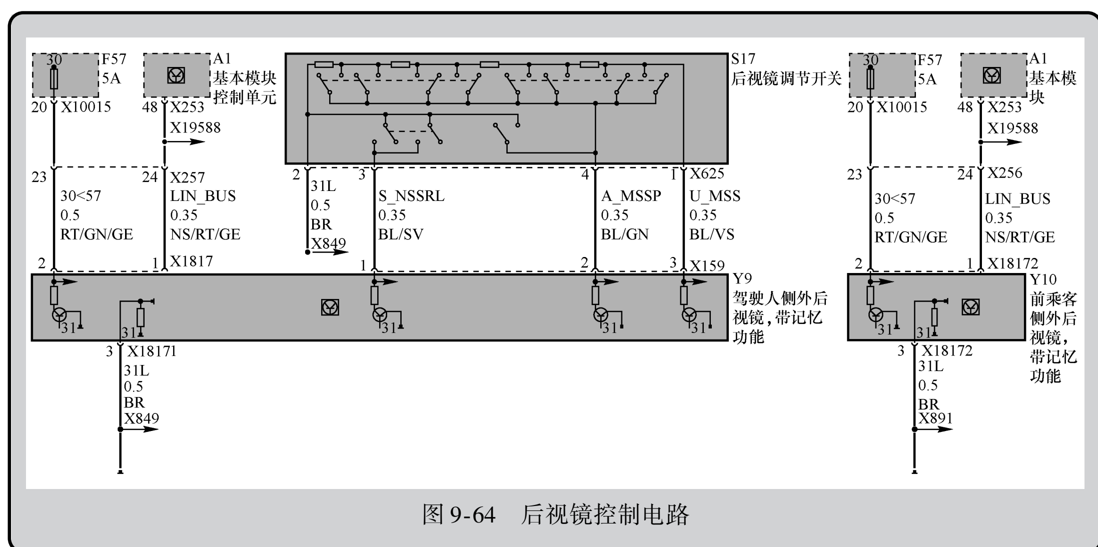


图 9-64　后视镜控制电路

拆开驾驶人侧门里衬，发现有一插头损坏。进行测量，此插头正是从外后视镜调整开关到外后视镜电子装置。因插头损坏已经无法修复，并且插头的一端是电子贴片线。用电烙铁把线焊接好。装复试车，外后视镜功能正常。经询问驾驶人得知，原来前一段时间该车驾驶人侧车门做过钣金，需要拆除车门里衬，在装复过程中损坏插头。

宝马 318i 车的外后视镜功能都由基本模块通过 LIN 总线控制。所有参与的组件(外后视镜、后视镜调整开关和基本模块)之间的数据交换通过 LIN 进行。后视镜电子装置具有后视镜调节装置、后视镜记忆功能、后视镜内折、后视镜加热装置的自诊断。故障通过 LIN 总线报告基本模块以便存储。本故障是人为故障，在诊断过程中之所以会误判，主要是没有理解该系统的工作原理，思想停滞在以前。现在轿车上很多组合开关都是通过 LIN 线传递信号电码，控制原理有了很大的改变。

☆9-187　如何排除雪佛兰科鲁兹驻车辅助雷达故障?

一辆雪佛兰科鲁兹挂入倒档后，驻车辅助雷达无反应，并且驻车辅助故障灯亮起。按照

驾驶人的描述，试车验证了故障的存在，倒车时无论离障碍物多近雷达都无反应，指示灯亮起后系统停用驻车辅助功能。询问驾驶人了解到，该车几天前出过交通事故，前保险杠和后保险杠都是换的新件。

为了方便找到故障原因，使用通用雪佛兰专用诊断仪（GDS）连接诊断座连接器（DLC）对车辆进行检测。发现驻车辅助系统（UPA）共有 4 个故障码，分别为：故障码 B0958，含义为左后角物体警报传感器回路；故障码 B0959，含义为左侧中间物体警报传感器回路；故障码 B0960，含义为右侧中间物体警报传感器回路；故障码 B0961，含义为右后角物体警报传感器回路。4 个故障码显示的故障状态均为当前。

从故障码分析应该是线路故障，查阅科鲁兹维修手册和相关电路（图 9-65）。从行李箱内拆开左侧饰板，拆下驻车辅助模块 UPA（图 9-66）。UPA 上分别有 X1 和 X2 两个连接器，X1 连接器端子 1 是 UPA 电源线、端子 6 是低速 GMLAN 通信线、端子 7 是 UPA 搭铁线。X2 连接器端子 4 是 8V 参考电压电路；端子 8 是低参考电压电路；端子 1、2、3、5 分别是连接物体检测传感器的信号电压电路。

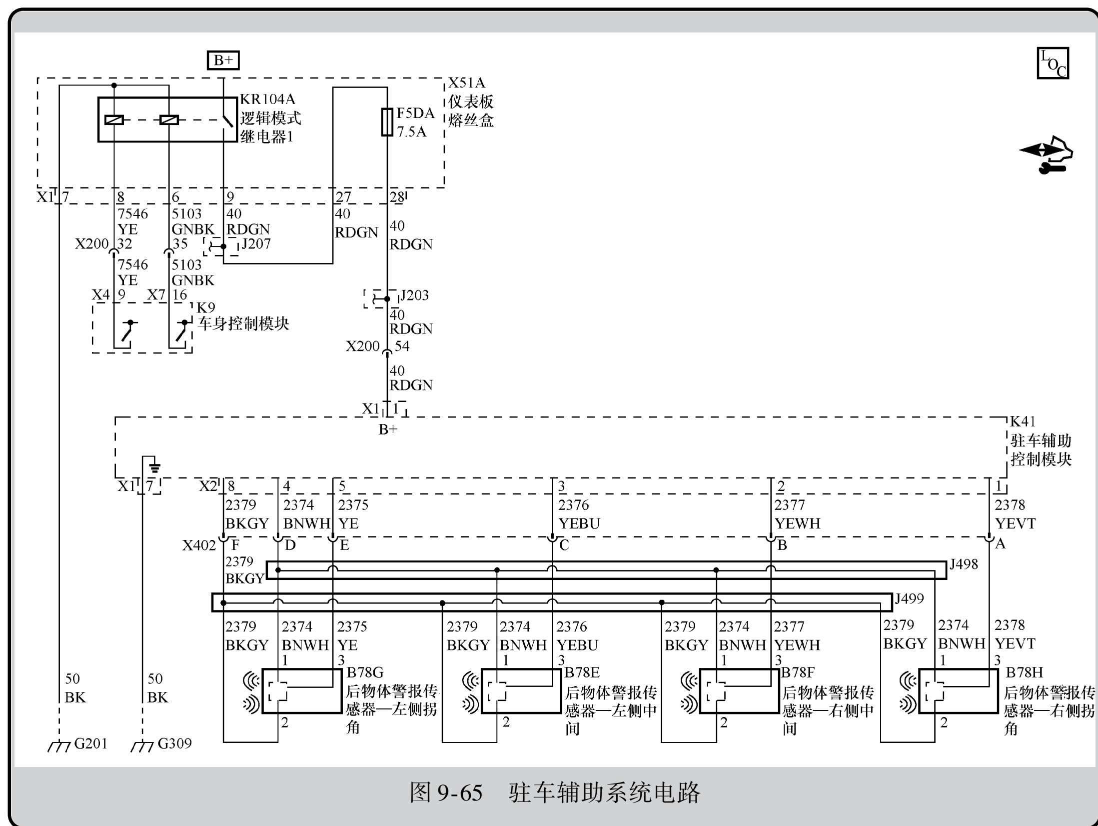


图 9-65　驻车辅助系统电路

查看模块和插头未见异常。于是将点火开关置于 OFF，断开相应传感器的线束连接器。将点火开关置于"ON"位置，挂 R 位起动驻车辅助系统，用万用表测试物体检测传感器连接器 8V 参考电压电路，端子 1 和搭铁之间的电压是 7.9V，说明模块有 8V 参考电压已经输出至传感器，数值在正常范围。接着将点火开关置于 OFF，测试相应的物体检测传感器连接器低参考电压电路，端子 2 和搭铁之间电阻是 1（无穷大），正常值应该小于 5Ω，说明电路

断路。检测出故障原因后，需要找出断路的故障点，于是拆下后保险杠，断开 X402 连接器，拆下连接物体检测传感器线束，发现了故障点(图 9-67)。线束绝缘层已经破损，黑/灰色低参考电压电路线已经断开(端子 3 黄色、传感器信号线端子 2 黑/灰色、低参考电路端子 1 棕/白色)。由于此线是 4 个传感器共用的低参考电压线路，所以此线断开后产生了 4 个相关故障码，导致驻车辅助功能停用。



图 9-66　驻车辅助模块



图 9-67　破损的线束

将断开和破损的电线连接起来，并用绝缘胶布包裹好后，装复线束、传感器及后保险杠。用诊断仪 GDS 进入系统，发现故障码 DTC 都变成历史故障了。清除故障后试车，挂 R 位驻车辅助系统启用正常。

驻车辅助系统提供 8V 参考电压到物体警报模块，低参考电压到四个物体警报传感器。物体警报模块从 4 个传感器接收各自独立的信号，并基于这些输入信号确定物体的位置和距离。物体在传感器测量范围内时，超声波脉冲被反射，并被邻近传感器接收。传感器将此信号转换成电压信号并发送至物体警报模块。物体警报模块评估接收到的传感器信号。当障碍物处于测量范围 25～140cm 时，物体警报模块通过低速 GMLAN 串行数据线向收音机发送一条数据信息以请求发出音频警报。从距离小于 140cm 处开始，声音信号起动，蜂鸣声的频率随着距离的减小而增大。当距离小于 25cm 时，声音会持续。如果线路和传感器有故障，则设置相应症状的故障码，停用驻车辅助系统，并点亮仪表板组合仪表上的驻车辅助系统指示灯。

△9-188　如何排除别克林荫大道天窗无法工作的故障?

别克林荫大道(Park Avenue)系通用汽车出品。该车设计创新，经典豪华，车内空间宽敞舒适。2010 年，林荫大道为其所属系列下的最新车系。一辆上海通用别克林荫大道(Park Avenue)3.0L，行驶里程为 12302km。驾驶人反映此车天窗没用过几次，天窗怎么也打不开。

天窗开关的功能包括：3 个通风口位置、6 个打开位置、关闭位置、手动操控。接车后首先操作了一遍开关各个功能位置，并进行天窗的初始化和自学习，但天窗仍无反应。初始化和自学习后，可以肯定是系统某元件或是连接线、电源存在短路或断路现象。因为此车天窗在元件及控制电路正常的情况下，做初始化和自学习天窗会上下移动。这样我们就排除了不当操作或程序出错引起的问题。参照电路图(图 9-68)检查天窗控制模块 6 脚、9 脚电源电压，正常。天窗控制模块 1 脚搭铁线良好。天窗控制模块 2 脚、3 脚、4 脚、5 脚与天窗开关对应的 2 脚、3 脚、5 脚、6 脚各连接线电阻均小于 1Ω，正常。对天窗开关检测，可以用对换法来证明开关是好是坏，或通电测试静态时每个档位指示的针脚是否导通。下面对天窗开关测试，见表 9-5。

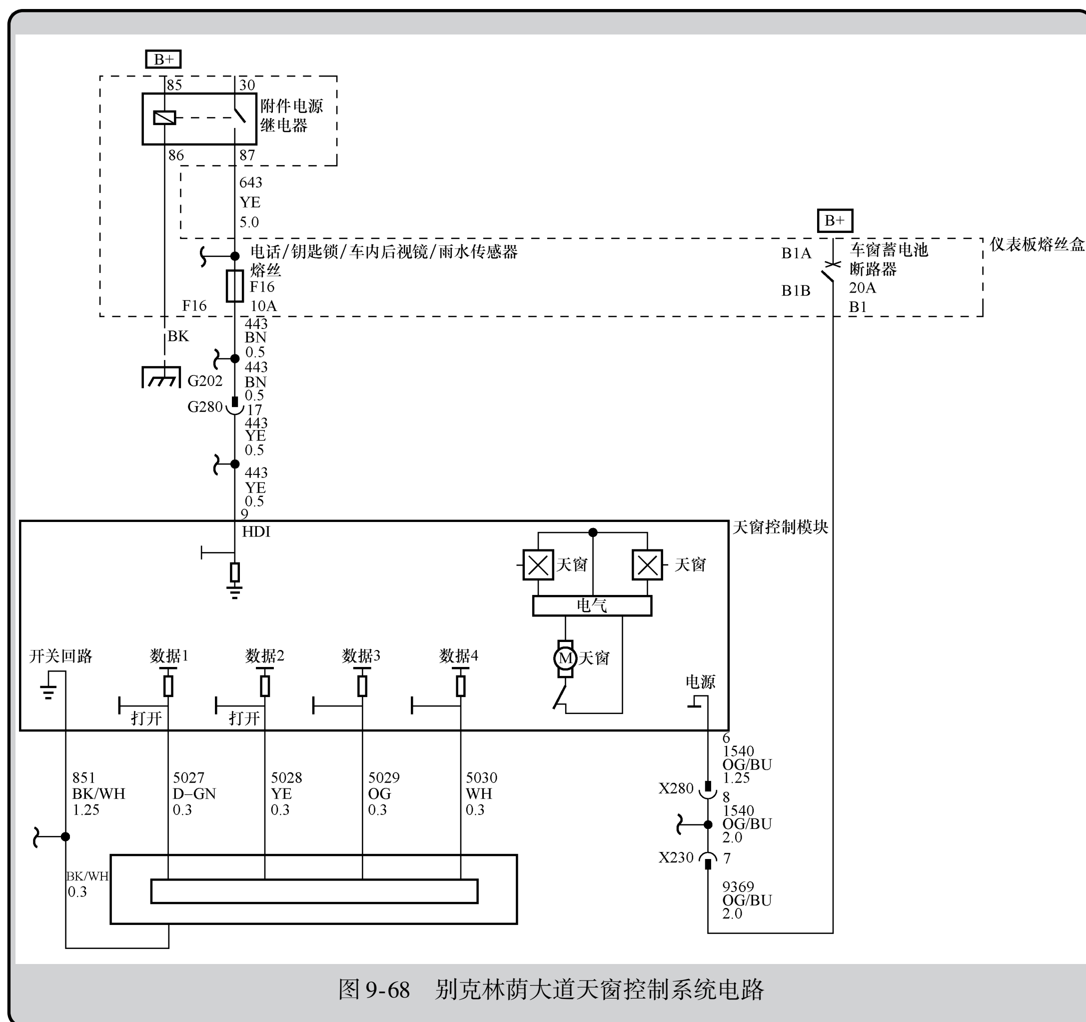


图 9-68 别克林荫大道天窗控制系统电路

测试开关每个位置所指示的针脚、导通性是否符合以上测试结果，如测试结果不相符，请更换控制开关，天窗开关正常则需要进行天窗控制模块检查。在天窗控制模块上可以看到一个六角螺纹孔，用一个小内六角扳手转动天窗玻璃有移动或翘起，证明天窗拉索无发卡。这时基本可以确定天窗控制模块故障。更换后重新做初始化和自学习，功能恢复正常。

表 9-5　检测各端子的通断情况

开关位置	针脚 1 和针脚 2	针脚 1 和针脚 3	针脚 1 和针脚 4	针脚 1 和针脚 5	针脚 1 和针脚 6
通风孔 3		断路	断路	断路	断路
通风孔 2	断路		断路	断路	断路
通风孔 1			断路	断路	断路
关闭			断路	断路	
滑开 1	断路		断路	断路	
滑开 2	断路	断路	断路	断路	
滑开 3		断路	断路	断路	
滑开 4		断路	断路		
滑开 5	断路	断路	断路		
滑开 6	断路		断路		

天窗控制模块初始化和学习方法：

1）旋转开关至完全起翘位置。

2）往下按住中心按钮并保持 8s 以上，这时玻璃板逐步上移至完全起翘位置。

3）松开中心按钮。

4）在松开后 2s 内再次按住中心按钮，这时玻璃板会迅速移动至关闭位置。

5）松开中心按钮。

6）3s 以后天窗具有所有功能。

★9-189　如何排除帕萨特领驭轿车天窗系统故障?

帕萨特领驭于 2005 年 11 月 24 日正式上市，是在上海大众帕萨特 B5 基础上升级而来的全新系列产品。较 B5 而言，帕萨特领驭主要针对外形、内饰、配置进行了全新塑造，另外在悬架系统以及车体结构上都进行了改进。一辆 2007 年产帕萨特领驭 1. 8T 轿车，搭载 01V 型自动变速器，行驶里程 5. 3 万 km。驾驶人反映该车天窗不工作。

维修人员接车后对车辆进行基本检查，操作天窗开关至天窗打开位置，天窗电动机不动作；人为打开天窗，然后用锁车门方式对天窗进行舒适关闭，天窗有时可以关闭。

帕萨特领驭轿车天窗控制单元 J245 与天窗电动机集成一体，位于驾驶舱车顶的前室内灯上方，天窗开关 E325 和天窗调节器 E139 集成在前室内灯面板上（图 9-69）。由天窗系统电路图（图 9-70）可知，J245 的 T6dd/1 端子搭铁，电源节点 500→熔丝 S230（20A）→J245 的 T6dd/4 端子给 J245 提供 30 号线常电压，构成天窗电动机工作的条件。

天窗开闭功能由舒适系统控制单元 J393 激活，条件是点火开关处于“ON”位置。天窗激活过程描述如下：J393 检测到点火开关处于“ON”位置，其 T23/12 端子输出 12V 电压→棕/白 0. 5 线→J245 的 T6dd/2 端子，J245 得到电源后，控制单元内部稳压电源输出 5V 电压加在天窗调节器 E139 上，满足激活天窗工作的条件。E139 的可变电阻器通过阻值变化形成相应的电压信号，对天窗开启或倾斜进行无级调节。信号通过 E139 的 T6dx/3 端子（灰线 0. 35）向 J245 发送，J245 控制天窗电动机动作，天窗打开并最终停止在与 E139 输出电压相对应的



图 9-69 帕萨特领驭天窗控制开关

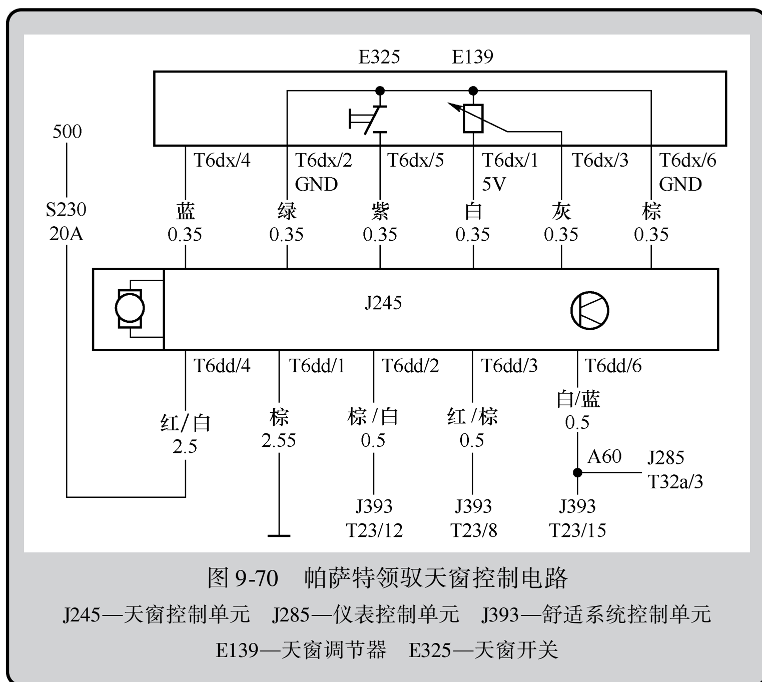


图 9-70 帕萨特领驭天窗控制电路

J245—天窗控制单元 J285—仪表控制单元 J393—舒适系统控制单元

E139—天窗调节器 E325—天窗开关

位置上。同时，该电压信号还作为天窗位置信号，供 J245 识别天窗开/闭状态，为舒适关闭作准备。关闭天窗时，E325 开关触点闭合，E325 的 T6dx/5 端子(紫 0.35 线)向 J245 发送搭铁信号，J245 检测到该点的电位变化，指令电动机执行天窗的关闭。

天窗具备延时操控和舒适关闭功能，当点火开关关闭时，只要车门未开启，J393 的 T23/12 端子继续维持供电，使天窗仍可操控。延时 10min 后或 J393 识别出有车门开启，T23/12 端子切断 12V 电源，天窗失去工作条件。J393 通过其 T23/8 端子(红/棕 0.5 线)对 J245 的 T6dd/3 端子发送 12V 常电压信号，在天窗尚未关闭的状态下锁车，J393 检测出钥匙在驾驶人侧车门锁芯开关长时间保持开位时，控制 T23/8 端子由高电位翻转为低电位，J245 感知到这个信号的变化，并根据 E139 的反馈信号，指令天窗电动机执行舒适关闭。J245 的

T6dd/6 端子→白/蓝 0.35 线→节点 A60→仪表控制单元 J285 的 T32a/3 端子，接收经 J285 处理后的车速信号，其作用是车速达到某个限值时停止执行天窗操作。

根据上述控制原理和天窗有时可以动作的检查结果，分析 S230 应该正常。拆开前室内灯饰板，脱开 J245 与 E139 的 T6dx 插接器，点火开关打开，用万用表检查 T6dx/1 端子(白线)的电压为 0.02V。该线无 5V 电压，说明 J393 没有向 J245 供电。检测 J245 的 T6dd 插接器 2 号端子无 12V 电压，证实了这一推论，这表明舒适系统控制单元存在问题。

连接 VAG1552 故障诊断仪进入 J393，点击 08 测量值功能选项，查阅 6 组 2 区的测量值为 Term 15 ON(15 线端开启)，关闭点火开关，该值变为 Term 15 OFF(15 线端关闭)，表明 J393 可以识别到点火开关位置，于是确定故障原因是 J393 没有向 J245 输出电源，导致天窗无法工作。

拆开驾驶人侧地毯，拉出 J393 防护盒，见有水侵入 J393，清除积水并用吹风机吹干装复。点火开关打开，检查 J245 的 T6dd/2 端子，依旧无 12V 电压，说明 J393 已损坏，更换新的舒适系统控制单元 J393，故障排除。

由于 J245 不具备自诊断功能，无法取得诊断仪的支持，此时只阅读电路图是无法看出 J393 对 J245 的控制细节的。本例故障的排除首先通过对正常车天窗控制单元 T6dd/2 和 T6dd/3 端子的测量，基本清楚了天窗控制的细节，然后从控制原理出发，进行相应检查得出结论，顺利地排除了故障。

▲9-190　如何排除北京现代伊兰特天窗不工作故障?

伊兰特(Elantra)是典型韩国车。作为现代公司在海外销售业绩最好的车型，它已经经历了六代。北京现代伊兰特是在其第六代车型的基础上，根据中国路况和气候环境略微改进而来，以丰富的配置和相对较高的性价比受到好评。一辆 2004 年产伊兰特手动档豪华型轿车，排量 1.8L，行驶里程 9 万 km。驾驶人反映该车天窗及中控锁都不工作。

维修人员与驾驶人沟通得知该车未出过事故，也未进行过任何改装。初步检查发现，按动天窗控制开关，天窗无反应，操作中控锁，中控锁也不工作。检查熔丝，发现天窗熔丝已熔断。更换熔丝后，天窗、中控锁都恢复正常。反复操作天窗及中控锁，未见熔丝熔断，说明该故障为偶发性故障。由于天窗及中控锁都会引起该熔丝熔断，为缩小故障范围，维修人员与驾驶人协商，要求驾驶人在使用中观察到底是哪个系统存在故障。

几天后，驾驶人再次来店，反映在操作天窗时故障再次出现了。于是维修人员将故障锁定在天窗系统，并且从驾驶人叙述中还得到一个启发，就是故障是在天窗电动机工作时出现的。经过分析，维修人员认为首先要明确哪些线路是只在天窗电动机工作时才供电的。查阅电路图(图 9-71)，发现只有天窗电动机的 2 条电源线符合这个条件，因为所有开关信号线都不属于用电线路，即使短路也不会造成熔丝熔断，而天窗控制单元的电源线不论天窗电动机是否工作都有电源，也不符合上述故障条件。

维修人员拆下内饰板，露出天窗电动机，更换熔丝，操作天窗使天窗电动机运转，同时晃动天窗电动机的线束，很快熔丝再次熔断。仔细察看天窗电动机电源线，发现蓝/黄色导线的背面绝缘层破损，与天窗电动机外壳接触搭铁(图 9-72)。处理并固定好导线，试车确认故障排除。

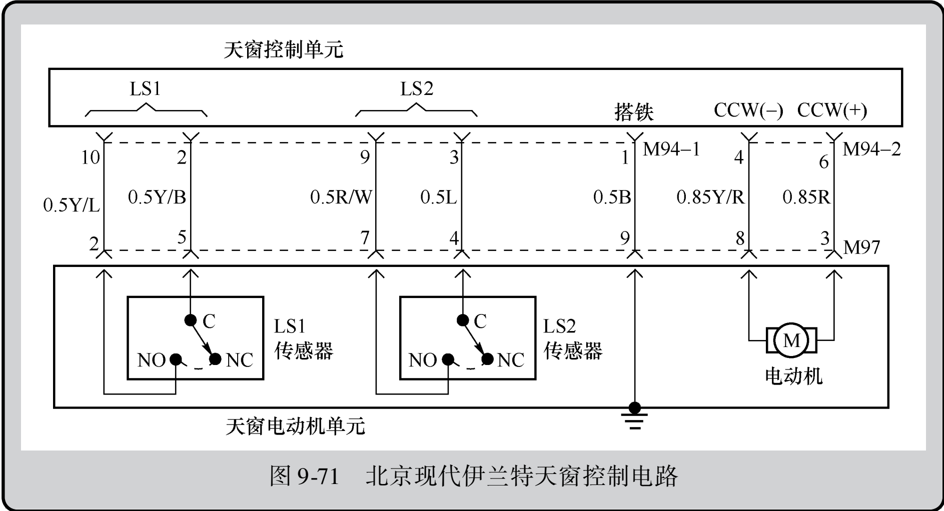


图 9-71　北京现代伊兰特天窗控制电路

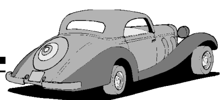


图 9-72　天窗电动机连线的搭铁部位

该故障为偶发性故障，且涉及天窗及中控锁 2 个系统，如果逐个排查，势必耗时耗力，而采取暂缓处理的方式，让驾驶人有目的地观察故障发生的规律，这会对故障诊断大有帮助。此外，对电路故障要先进行电路分析，再着手检查，这样工作效率较高。

第十章





汽车电气线路检测技能

★10-191　如何通过电路原理图进行汽车故障分析?

能够正确读懂汽车电路图，特别是电路原理图显得尤为重要。电路原理图是按照一定的标准，用各自规定的图形符号绘制的较简明的电路。这种图表达电路的工作原理和连接状态，以及系统间的关系等，在实际维修中应用较多。

1. 电路原理图的作用

1）由电路原理图可获知该车的一些基本信息及配置情况，如发动机是几缸的，采用何种点火方式，装备的是手动空调还是自动空调，是否有高位制动灯等。

2）借助电路原理图可分析出一些部件是如何工作的，比如上海桑塔纳2000 轿车，前雾灯由雾灯继电器控制，雾灯继电器由雾灯开关控制，而雾灯开关并不与电源直接相连，它与小灯开关的输出端相连，由此不难分析出，如果要使用前雾灯，首先要开小灯。

3）由电路原理图可获知各部件、各系统之间的关系，如室内灯与行李箱灯是否共用一个熔丝，发电机与蓄电池是什么关系，哪些部件受点火开关控制，哪些部件与常电源接通等。

4）由电路原理图可获知一些部件和系统的特点，如喇叭开关一般控制喇叭的搭铁电路，有些车起动系统有起动继电器，而有些车则没有。

2. 电路原理图在故障分析中的应用

1）根据电路原理图上熔丝、继电器上标注的编号或标注的名称很容易找到其在熔丝盒、继电器盒上的位置。

2）根据导线的颜色与部件上标出的连接器端子的序号，可以在实车上迅速找到相应的导线与端子。

3）通过分析电路原理图即可确定一些故障的诊断方案，如有一个制动灯不亮，则应该去检查不亮的制动灯灯泡及相应线路；如果两个灯都不亮，那么首先应该考虑去检查制动开关及其熔丝。夏利 N3 车制动灯熔丝同时也是室内灯、行李箱灯的熔丝，因此只需查看一下室内灯或行李箱灯是否能正常点亮即可确定故障在制动灯熔丝还是在制动开关；如果室内灯或行李箱灯有一个能正常工作，那么故障应在制动开关，两个都不能工作，则可以肯定故障

在制动灯熔丝。这种检查叙述起来很麻烦，实际上看懂电路图，掌握这种思路后做起来很简单。

4）根据电路原理图可确定一些故障的检测点和检测步骤。如果遇到喇叭不响的故障（不带喇叭继电器），可以先检测喇叭供电端子是否有12V电压，如果有，说明故障不在喇叭熔丝，下一步再将喇叭搭铁线直接搭铁（喇叭开关一般在搭铁电路上）；如果喇叭不响，则故障在喇叭本身，如果喇叭响，再去检查喇叭开关，依此步骤很快即可找到故障点。

△10-192　非电因素引发汽车电系故障的原因有哪些？

1. 温度引发的故障

（1）高温容易引发的电系故障　夏季气温高是金属最容易发生氧化锈蚀的季节，尤其是中午和午后，有时办件事，回到车上会突发全车无电的现象——起动机不转、电喇叭不响……这是由于蓄电池极桩与蓄电池线线鼻及夹头之间在硫酸电解液的作用下所形成的金属氧化物和硫化物（$PbSO_4$或$CuSO_4$）坚硬的绝缘隔离层造成的。排除方法：将蓄电池极桩夹头拆下来，使之与极桩分离，再用细砂布或砂纸将极桩外径及夹头内径的接触面打磨干净（去除氧化物、硫化物隔离层），然后再在极桩周围或夹头的内径光洁面上涂一层薄薄的凡士林或润滑脂保护层，便于夹头的拆装，以杜绝线鼻与极桩夹头之间绝缘层的形成。如果蓄电池极桩与夹头之间氧化锈蚀严重难以拆卸时，可先用热碱水或热水冲洗一下氧化物或硫化物**（注意：不要将锈蚀污物冲入蓄电池盖上的通气孔内）**，将锈蚀物冲洗干净后，蓄电池极桩夹头及蓄电池线鼻就便于拆卸了。遇到上述故障时千万不要用锤子或其他工具敲击极桩夹头的连接螺栓，更不要用鲤鱼钳或钢丝钳用力拧极桩夹头及蓄电池线鼻的连接螺栓。

（2）寒冷的冬季常见的电系故障　冬季最常见的电系故障是早上冷车难起动，这就需要注意定期保修起动机，适当调高电解液密度，但应在电解液允许的密度范围内，注意交流发电机的工作状况，定期进行补充充电。柴油车预热系统的故障一定要及时排除，否则汽车难以起动。对汽油车来说，在收车时应将车停放在车库中或避风向阳处。汽车起动前，先在发动机上浇些热水（温度最好在80℃以上），注意洒水时尽量避开起动机、交流发电机、电子点火系统等电子电器部件。将热水泼洒在缸盖、缸体及发动机循环系统的管路上，同时还可在蓄电池上加保温盖，蓄电池架内垫一层泡沫塑料保温层（电视机、电冰箱等家电产品拆下来的泡沫塑料即可），以保持蓄电池温度不至于过低。夏季拆去保温层，便于通风、散热。冬季汽车起动前打开蓄电池保温盖，在蓄电池表面上倒些热水，以提高蓄电池温度，倒热水前应先用塑料布盖在蓄电池盖子上，以防热水进入通气孔内。汽车起动后迅速将塑料盖布掀去，确保通气孔畅通。

2. 焊接

这里所指焊接主要是电焊。焊接时电焊机的输入电压一般为交流220V或380V（当然也有直流电焊机），输出空载电压可达60～100V，工作电压达30V，工作电流一般为100～1000A。但在车上电焊是非常危险的！不仅会危及蓄电池、交流发电机等电源设备的安全，同时对电系中的其他电器设备及电路，尤其是电子元器件都会造成极大的危害！

发动机处于静止时，在电系中未采取断电措施就实施电焊作业，也是一种极端错误的行为！正确的方法是：当发动机停止运转时，将焊接件拆下来，拿到车下去焊接。如果进行车体焊接

时，首先应采取断电措施，即断开总电源电路，断开蓄电池总开关或将蓄电池上的负极搭铁线从极桩上拆下来。

3. 敲击及剧烈振动的危害性

在车上进行局部气焊时，焊接人员为了去掉焊件上的泥土和铁锈，常用手锤敲击的方法，这种由敲击带来的剧烈振动会造成电子、电器设备的损坏，导线、线束插接器的松动或松脱。曾遇到一辆夏利轿车因气焊焊接前桥翼子板，用手锤敲击铁板，焊完后汽车起动不起来，后经反复查找、测量，是点火线圈上的附加电阻线因振动断了引起的故障。另有一辆汽车焊完后灯光工作不正常，经检测是线束插接器松动造成的。总之，在排除电系故障时，如需敲击振动的地方，应先将电子、电器设备拆下来保存，焊完后再装回原处。

4. 线束位置

国产中、小型载货汽车及微型车的前、后桥线束的连接大多都在车前脸内侧的下方，连接方法多采用塑料插接器对插。这个位置距地面近，一般在 50 ~ 80cm 的高度，泥水易侵蚀，且受气温变化的影响较大，工作环境恶劣，因此导线接头锈蚀严重，插接器缺乏固定措施，易晃动，产生松动和接触不良现象，从而造成电系故障频繁发生。发动机电系（起动机、交流发电机及相关电路、点火系）和底盘、后桥电系（灯光、报警装置）的故障，应从前后桥线束连接处查找。

10-193　汽车电系使用与维护中的误区有哪些？

以下列举了汽车电系使用与维护中常见的“越……越好”的错误观点，它将有助于广大驾驶人及维修人员走出误区。

1. 误区之一：充电电压“越高越好”

在交流发电机充电电压的调整问题上，有些驾驶人片面认为充电电压越高越好，这是一种错误想法。当交流发电机充电电压过低时，蓄电池因充电不足而电荷量下降；当充电电压过高时，将导致蓄电池电解液温度升高，水分蒸发过快，使用寿命缩短，并容易损坏用电设备。所以交流发电机充电电压的电压值应符合该车使用说明书上的标准值。

2. 误区之二：交流发电机传动带“越紧越好”

有些驾驶人片面认为交流发电机传动带越紧越好。殊不知，传动带太紧不仅会使之拉长变形造成损伤和断裂，而且也极易造成轴承损坏。当然，传动带过松也不正常，易因打滑而难以传递动力，引起充电效率降低。因此，交流发电机传动带的松紧度应调整合适，使之符合技术要求（一般应调整到按压传动带中部时，其挠度为两端带轮的中心距的 3% ~5% 为佳。一般正常装配时传动带挠曲度为 10 ~ 15mm）。

3. 误区之三：电解液液面“越高越好”

许多驾驶人在给蓄电池加注电解液（或补加蒸馏水）时，对其液面高低往往采取越高越好、宁高勿低的错误做法。认为这样就不会因缺电解液（或蒸馏水）而发生故障了。其实电解液液面过高，在车辆行驶和充电过程中，电解液很容易从蓄电池盖上的通气孔溢出而聚集在盖上，使蓄电池盖上的正、负极柱连通而构成回路，使蓄电池自行放电，并腐蚀蓄电池极柱。因此，加注电解液应符合其蓄电池的技术要求（一般电解液液面的高度应高出极板防护网 10 ~ 15mm）。

4. 误区之四：电解液密度“越大越好”

许多驾驶人认为，电解液密度越大蓄电池的放电程度就低，蓄电池的端电压就越高，电荷量就越大，并可防止冬季电解液结冰而冻坏蓄电池，因而在调整电解液密度时，不仅使原始电解液密度高于规定值，而且在正常使用中需补加蒸馏水时也补加一些不同密度的电解液，结果使电解液密度越来越高。这是一种错误做法。因为，电解液密度作为衡量蓄电池放电程度的一个重要标志，是以原始电解液密度已经确定为前提的，补加不同密度的电解液，只意味着提高原电解液的密度，即使测得的电解液密度较高也不能说明其放电程度就低；提高电解液密度可提高蓄电池端电压和电荷量也是相对的，况且电解液密度过大还会造成极板硫化和隔板腐蚀等多种问题，使蓄电池使用寿命降低。因此，电解液密度“宁大勿小”的做法不可取。液面降低，正常情况下只能补加蒸馏水(因电解液的正常消耗实际上是水的消耗)，只有确因渗漏等造成的液面降低，才可补加一定浓度的电解液。

5. 误区之五：火花塞间隙“越大越好”

许多驾驶人认为，适当增大火花塞间隙能提高点火能力且可以节油。但若火花塞间隙过大，在发动机高转速时易造成断路缺火或根本不能跳火。反之，若间隙过小，则火花能量小，不易点燃混合气，易产生积炭，也不利于跳火，甚至不能跳火。因此，火花塞电极间隙必须按规定调整。一般火花塞间隙因点火系统结构和参数不同而异。确定火花塞间隙的经验值是：蓄电池电感线圈点火系统为0.6～0.7mm，有触点磁电动机点火系统为0.5～0.6mm，无触点磁电动机点火系统为0.8～1.0mm，电容放电晶体管点火系统为1.0～1.2mm，一般不得大于2mm。

6. 误区之六：汽车空调制冷剂充注量“越多越好”

汽车空调系统的制冷效果与系统管路中的制冷剂充注量有很大的关系。当制冷剂充注量不足时，空调系统的制冷量下降，制冷效果不好，但当制冷剂充注量过量时，空调的制冷效果未必更好，反而更差。这是因为，对于具体的车来说，其空调的制冷压缩机的排气量是一定的，给制冷剂的循环提供流动空间是有限的，因而要求参加循环的制冷剂量也是有限的，如果注入过多的制冷剂，一来造成压缩机超负荷工作，降低其使用寿命；二来会造成高压管路和冷凝器因过压而损坏等。因此，汽车空调制冷剂充注量应符合其说明书上的技术要求。

7. 误区之七：熔丝“越粗越好”

熔丝的作用是防止用电设备因通过的电流过大而损坏。在使用过程中，烧断熔丝是经常的事情，许多新驾驶人却不知道这是熔丝在起保护作用，有些老驾驶人甚至总喜欢用较粗的熔丝来减少换件麻烦，盲目地换用粗的熔丝，有的甚至用铜丝代替熔丝。这种做法是错误的，其危害在于不仅容易损坏用电设备，甚至可能酿成火灾，带来更大的损失。因此，当熔丝被烧断时，千万别不经检查就认为熔丝太细，一定要先查找故障原因并予以排除，然后更换符合要求的熔丝。

8. 误区之八：灯泡功率“越大越好”

有些驾驶人为了提高前照灯的亮度，换用了功率较大的真空灯。结果在夜间行车时，亮度非但没有增强，反而下降，而且打开前照灯后放电严重。这是因为更换的前照灯功率太大，使交流发电机严重超负荷而造成的。

可见，在汽车电系的使用与保养方面，不能用“越……越好”来简单概括，而是越适量越好。所以，在汽车的保养上，应该积极寻求这些不同的适量，以使汽车得到更恰当更好

的保养，使保养后的汽车能真正保持和恢复汽车的技术状况，保证其具有良好的使用性和可靠性。

★10-194　如何进行汽车线束故障的检测与判断?

1. 发动机怠速不稳

不少驾驶人在使用中都会遇到这种情况，去维修站更换了节气门，问题还是得不到解决。这并不是汽车的质量问题，在想要解决这个问题的时候，首先要弄清楚为什么会发生此类现象。

通常情况下，造成怠速不稳的原因很多，如进气歧管漏气，怠速电动机过脏或失效等。一般来说，引发怠速不稳故障的原因是汽车线束与传感器之间连接过紧。由于线束过紧，车辆又是在行进当中，路面的颠簸、发动机的振动都有可能使线束接口发生轻微变动，这些变动就使得 ECU 得到了错误指令。

找到了问题的原因，解决其实很简单，只需找一根细小的扎带，把节气门附近的几根传感器的线束固定住就行了，但千万不要将接口处拉得太紧。自己动手处理，就可将故障排除，如果实在不行，只有更换与此相关的发动机线束了。

2. 事故维修后许多功能未恢复

某丰田凯美瑞轿车由于发生事故在汽修厂维修后，该车的许多功能未恢复。其中包括刮水器、无线遥控门锁、天窗、自动空调等。无奈之下，驾驶人只好重新将该车送到另一维修厂进行善后修理，驾驶人要求尽快恢复该车的一切正常功能。接车后大约花了两天时间，将刮水器系统、天窗、空调系统恢复正常。接下来对无线门锁进行仔细检查，首先对遥控电池进行测量，结果正常。无线门锁正常运作有两个基本条件：一是四门门灯开关及线路必须无短路、断路情况；二是钥匙未锁警告开关及线路必须无短路、断路情况。按照这些要求分别对四门门灯开关及线路、钥匙未锁警告开关及线路都进行了仔细的检查和测量，结果一切正常。

参照维修手册提供的检修程序，使用无线遥控器的任何一个按钮开关时，可以测量无线门锁遥控接收器的反馈输出信号电压或波形。经测量，每按动一次遥控按钮，无线遥控接收器的反馈输出信号 PDR 就从 1V-6V-1V 循环变化，然后再用示波器测试波形就更直观了。此系统该检查的都已检查，应该具备的条件都已基本具备，为了进一步确认遥控器与无线遥控接收器，又将该车的两个部件在另一辆同型号的正常车上使用，情况正常，开锁与闭锁自如。经查，原来本应是 ACC 档供电的线束却变成了常电压，也就是说是蓄电池直接供电。

重新对仪表、台下面的熔丝盒、各种接头、连接器进行地毯式仔细检查，也未发现线路改动的情况。最后当拔下点火开关座的插头线束时，偶尔发现插头上 B + 与 ACC 位置处有一根十分细小的短接铜丝，它将 B + 与 ACC 进行了短接，如果不仔细察看是看不出来的。将此短接铜丝拿掉，旋转点火开关到 ACC 电源正常了，收音机也恢复正常，随手按动遥控器任一按钮，无线门锁恢复正常。

分析该电路图，原来是无线遥控器电脑输出信号进入车身 ECU，再由车身 ECU 来控制每个车门锁电动机工作，而车身 ECU 有一根来自 ACC 继电器的电源线束，当钥匙不在点火锁芯里面，可以使用无线遥控门锁，此线束无 12V 电压，而只要钥匙在点火锁芯或者钥匙

在 ACC 档，该线束就有 12V 电压，此时无线遥控门锁就不起作用。总的说来还是车身 ECU 运作的条件不充足造成的故障，而恰恰一般情况下，此线束在外面没有测量点，它是由车身 ECU 与熔丝盒经过内部插片连接，所以此故障是太特殊了。重新修复线束后故障排除。

3. 劣质线束引起的发动机故障指示灯点亮

一辆行驶里程 4.7 万 km 别克君威 2.5 轿车，使用中发动机故障指示灯点亮。

用故障诊断仪 TECH2 调取故障码，故障码为 P0481，含义为散热器风扇继电器控制电路故障。用 TECH2 控制散热器风扇，左侧和右侧的电子扇低速运转正常，高速时左侧电子扇不转。检查电子扇熔丝，发现高速电子扇熔丝(15A)损坏，这说明线路中有短路的地方或电子扇的负荷过大。检查线路，没有发现短路的地方，测量左侧电子扇的电阻为 0.5Ω，测量右侧电子扇的电阻为 0.2Ω，均符合标准。用手转动电子扇没有卡滞的感觉，目视电子扇的扇叶上没有发现异物。

由于左侧电子扇和右侧电子扇的电阻不一样，因此它们的起动电流也不相同，测量它们的工作电流或许能够找到故障所在。用感应式电流表测量正常车辆的电子扇高速运转时的电流，左侧电子扇的起动电流为 35A，右侧电子扇的起动电流为 7.5A，而故障车的左侧电子扇高速运转时的起动电流为 9A 时熔丝就会熔断，这说明电子扇的电动机与熔丝不匹配。

观察电子扇的线束，发现是非专业厂家生产的劣质线束，而且线束的布置方式很不合理。重新检查 2 个电子扇的线束颜色，左侧电子扇与右侧电子扇的线束插头插反。换上专用散热器线束，并将左侧电子扇与右侧电子扇上的线束插头调换后，试车故障排除。

原来该车车身前部曾经发生过碰撞，在其他修理厂进行过钣金和喷漆作业，看来那时就已留下了故障隐患。

▲10-195 怎样维修破损、断裂的汽车线束?

在对汽车电路进行维护时，有很多线束总成出现了破损现象，下面介绍一些维修线束的方法。

在拆卸线束时，如果发现只有个别导线断头、老化及插接件接触不良，只进行局部修整更换即可。如果线束中有几根导线曾经短路且外露部分已经烧熔，则需破开线束检查，换掉不能用的导线。为了不使线束散开，破开时应在导线的分支处用棉线扎住做好记号。

如找出已被烧坏的导线，应选择与原线的线心截面积、长度及颜色相同的导线，焊上或压铆相同的接线端子，并套上绝缘管。认真检查其余导线有无破损，因为短路导线往往将其绝缘层和别的导线绝缘层粘在一起，形成新的线间短路，甚至引起火灾。

如果发现一根导线在线束内部与另一根导线是焊接的，换装新线时，除了焊接牢固以外，还应注意不要使铜心裸露部分和焊接部分太长。焊后应当用玻璃丝带缠紧，如果方便，尽量使导线接头在外部用插接件，认真检查无误后，即可用阻燃的塑胶带将导线编扎成束。为了便于操作，常将线束的一头缠好以后用台虎钳夹住，把待缠的导线适当用力牵直，将塑胶带或布带用力拉紧，均匀地缠绕在导线上，每缠一圈，胶带应互相重叠 1/2～2/3。在分叉点则应多缠两道，以防松脱，并在适当的长度上系扣再往前缠。在线束与驾驶室、车架、车身等钣金构件相交叉或易摩擦处，应加塑料或薄铁皮或加阻燃波纹管保护。

缠完布带的线束，干燥后涂沥青漆防潮。线束往车架上安装时，不要受到拉伸或切割。

线束在车架的搭铁点应清除锈斑和油漆，连接牢固。每隔一段长度应加卡子固定，在车架上易沾泥水部位的插接件，应加塑料薄膜保护。

★10-196　如何巧用继电器控制原理快速诊断电器故障?

汽车继电器广泛用于控制汽车起动、预热、空调、灯光、刮水器、电喷、油泵、防盗、音响、导航、电动风扇、冷却风扇、电动门窗、安全气囊、防抱死制动、悬架控制以及汽车电子仪表和故障诊断等系统中，其数量仅次于传感器。

1. 继电器的构造及工作原理

随着汽车电子技术的发展，越来越多的传感器和自动控制装置被应用到汽车上，这势必增加了控制开关的数量。虽说电子控制应用可以减少机械开关的数量，但因为成本等因素，并不能完全避免使用触点式开关。碍于成本和体积的限制，汽车上使用的操纵开关的触点容量一般都较小，不能直接控制工作电流较大的用电设备，这个时候，就需要用继电器来控制其接通与断开。

如图 10-1 所示，汽车用继电器一般由铁心、线圈、衔铁、触点簧片等组成，只要在线圈两端加上一定的电压，线圈中就会流过一定的电流而产生电磁效应，衔铁就会在电磁力的吸引下克服弹簧的拉力被吸向铁心，带动衔铁的动触点与静触点(常开触点)吸合。当线圈断电后，电磁吸力随之消失，衔铁就会在弹簧的作用力下返回原来的位置，动触点与原来的静触点(常闭触点)吸合。通过这样的吸合、释放动作，达到在电路中的导通、切断的功能。

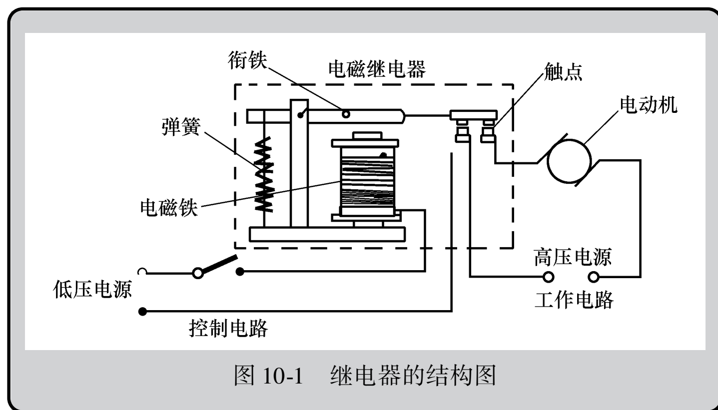


图 10-1　继电器的结构图

而在实际应用中，继电器的低压电源由一个输入量(如电流、电压、温度等)进行控制。当输入量达到规定值时，继电器使被控制的输出电路导通或断开。因而，继电器其实就是电路中的开关，但和传统电路开关不同的是，继电器的核心是以小电流控制大电流，在电路中起着自动调节、安全保护、转换电路等作用，是自动化电路的一个“自动开关”。作为一个自动开关，继电器既被控制，又起着控制作用，具有控制系统(又称输入回路)和被控制系统(又称输出回路)。

2. 继电器在电器维修中的应用

汽车电路可以分为电源电路和控制电路。在大多数用电系统中，继电器就是电源电路和控制电路的交汇点，控制电路通过控制继电器的通断来控制电源电路，因而在实际维修中可

以通过短接继电器对应的插孔，将一个复杂的系统问题一分为二，用“一刀切”的方式直接缩小汽车故障的诊断范围：如果是控制电路，就要对传感器和相关插接件进行检查；如果是电源电路，则需要对线路上的插接件和导线进行检查，从而快速判断出汽车电器故障到底发生在控制电路还是电源电路。

10-197　如何巧用继电器控制原理快速诊断电器故障?

下面就在实际维修中应用继电器进行维修作实例说明。

1. 长安悦翔车空调不制冷

长安悦翔车在空调开启时，压缩机并未正常吸合，用专用工具按压管路上的旁通阀阀芯，发现有白雾冒出，确认管内有制冷剂，初步圈定主要问题为压缩机不工作。

在确认管内有制冷剂而且压缩机不工作后，必须确定从哪个零部件开始检查，以确认故障原因。如果按照压缩机吸合的条件逐个检查零部件，必然会导致空调检查诊断过程过长，中间拆装检查还可能会造成其他零部件的损坏。

基于以上考虑，在诊断时直接拔下压缩机继电器，用连接线短接继电器被控制端的插孔〔电源端和负载端〕，压缩机电磁离合器发出“啪”的吸合声，这就说明压缩机电磁离合器正常、电源电路也没有问题(短接继电器后压缩机电磁离合器正常吸合)，所以判断故障出在控制端，也就是说故障有可能出在空调控制器、三态压力开关、线束插接件等零部件上。这样，就可以直接缩小故障的诊断范围，使故障问题简单化，缩短了故障诊断时间，避免了不必要的零部件拆装和损坏。

同样，我们也可以利用类似的方法来短接各个插接件端子(建议用带熔丝的试灯线进行短接)，注意检查表面上可见的传感器(如三态压力开关或插接件等)实现快速诊断。

2. 志翔混合动力轿车不起动

油、电、气，是汽车起动必备的三大要素。因而，汽车不起动的初步排查也是从这三大要素开始排查的，比如检查油泵是否供油，有没有高压火，进排气是否通畅，缸压是否足够等。

在对这辆志翔混合动力轿车进行简单排查后，发现整车刚通电时，油泵没有动静，初步怀疑是油泵不工作引起不起动。进一步检查高压火和排气(三元催化器堵塞也会导致无法起动)，都没有问题，故障基本圈定在油泵上。

如果根据电路图查找故障点，按照从简单到复杂的方法为：①检测熔丝；②检查汽油泵继电器是否完好；③逐个检查电路故障，如果运气不好，可能要将控制电路和电源电路全部检查一遍。

而根据短接继电器的方法进行检查，具体步骤为：①短接继电器被控制端，听油泵是否工作(或手捏燃油管橡胶部分,感受是否有脉冲压力)。如果工作，问题就出在控制电路(主继电器、ECU 等)；如果不工作，则问题出在电源电路上。②实车检查，该故障车油泵短接继电器后仍然不工作，用试灯直接搭铁测试继电器电源脚(30 脚)，发现 30 脚过电，说明问题出在继电器之后的电路上(否则检查继电器前面的电路)，直接检查继电器之后的电路就可以了。③用试灯短接检查油泵插接件电源针脚和搭铁针脚，发现试灯亮，拔下插接件，发现油泵的针脚插歪了，而不是油泵损坏造成的油泵不工作。

巧用继电器控制原理诊断电器问题，能够让诊断过程目的更明确，减少大量不必要的检查，达到快速诊断的目的。这种方法不但适用于空调系统，也适用于燃油系统、灯光系统、起动系统等。

▲10-198 如何诊断排除汽车线路电压降故障？

1. 汽车线路的电压降

汽车电子元件的可靠性是很高的，一般不会轻易出现故障。在日常工作中所遇到的电控系统故障，尤其是一些“疑难杂症”，其中很大一部分都与出现在电路的供电回路或搭铁回路上的电压降有关。其具体形成原因则不外乎连线松动、脱落，搭铁端断开、松动和腐蚀，连接件接触不良等。

为此，在汽车维修规范与有关标准中特别指出，当对线路电压降有怀疑时，必须用动态电压降测试法，对电路的供电回路和搭铁回路进行检测。其测试方法是：在线路处于满负荷正常运作状态下，通过万用表的电压档，将表棒的正极端接在电器设备连接蓄电池正极的一端上，表棒的负极端接在负极搭铁点，通过测量线路中电流的流动对负载部件(或电子元件)引起的线路电压降来发现故障的部位。一般线路电压降的标准规定为：

① 整车电路总的线路电压降(在不计接触电阻的情况下)应小于0.8V。

② 起动机线路每100mA电流产生的线路电压降一般应小于0.015V。

③ 发电机处于额定负载时的线路电压降应小于0.3V。

④ 接线或电缆的线路电压降应小于200mV(大负荷导线或线径为D6、D8的电缆线路电压降一般应小于300mV)。

⑤ 开关的线路电压降一般应小于200mV，电磁阀的线路电压降应小于300mV。

⑥ 电控单元的线路电压降一般应小于50mV。

⑦ 传感器的线路电压降一般为0~50mV。

⑧ 接头的线路电压降一般为0V，搭铁线的线路电压降应小于100mV。

据此，在日常电路系统故障诊断中，测试线路电压降确是一种便捷而精确的故障诊断方法，一旦掌握了这种方法，定会收到事半功倍的效果。

2. 汽车线路电压降的维修实例

例1 发电机输出电源线接触不良引发的蓄电池经常亏电

一辆雅阁乘用车蓄电池经常亏电，发动机起动困难。检查中发现在发动机起动的瞬间，仪表板上所有的灯都会变暗。检测怠速时蓄电池接柱电压为12V，加速时电压为12.6V，而发电机输出端电压则为14.2V。由于该车发电机和蓄电池都是刚换的新件，故排除发电机与蓄电池的因素。对其进行了线路电压降测试，确认为充电线路接触不良，于是顺着充电线路查找，最后在熔丝盒处，发现在蓄电池连接座上的两个固定发电机输出线的螺柱严重锈蚀。拆下打磨并拧紧后，怠速工况下的蓄电池电压随即升至约14V。

例2 电磁开关触点接触不良引发的起动困难

一辆丰田乘用车，起动机与蓄电池均正常，但起动机运转无力。用万用表接入起动机电源端对其进行线路电压降测试，发现起动机在起动时，电源电压突然从12V降至8V，说明起动机无力是由于线路电压降带来的欠电压造成的。于是，按照起动线路顺序逐一进行检

查，最后发现是由于电磁开关触点接触不良，产生的动态电阻造成的起动线路电压降所致，修复后故障排除。

例 3　燃油泵连接器进水后形成的铜绿(氧化层)引发接触不良，发动机加速无力

一辆日产千里马乘用车加速无力。检测怠速时燃油压力为 210kPa，偏低(标准值为 250kPa)，开始认为是燃油泵压力偏低造成的，但燃油泵是刚换的新泵。后确认为线路问题。于是拆下燃油泵连接器检查，结果发现连接器内布满进水后形成的铜绿，经打磨处理后故障排除。

例 4　搭铁线螺栓未拧紧引发发动机无规律熄火，加速不畅

一辆雅阁乘用车，曾因水管漏水造成高温拉缸，对发动机进行了大修。出厂不久，出现发动机怠速抖动、加速不畅和无规律熄火故障。调取故障码，无故障码输出，检查燃油压力和高压火花，均正常。最后经线路电压降检测，确认为搭铁回路故障。于是对发动机、车身及 ECU 上的搭铁回路进行彻底检查，最后发现在发动机进气歧管附近(靠近制动真空助力器处)的一个搭铁线固定螺栓，由于维修人员在发动机装车时仅用手拧上几圈，忘了拧紧。将该螺栓拧紧后，故障排除。

例 5　发动机 ECU 线断路引发的不能起动的搭铁故障

一辆丰田陆地巡洋舰越野乘用车，在途经一段不平路面时突然熄火后无法起动，打开点火开关故障指示灯也不亮。考虑到是一种突发性故障，电控系统故障的可能性不大。于是直接对其进行了线路电压降测试，经测试确认是搭铁回路故障。于是，顺着线路检查，最后在拆下仪表板右侧下护板时，发现 ECU 壳体与车身连接的一根搭铁线固定螺栓已经掉了。恢复后，打开点火开关，故障指示灯立即点亮，发动机顺利起动。

例 6　点火低压电路搭铁不良引发发动机不能起动

一辆切诺基越野车不能起动，拔下高压线对气缸体试火，无高压火花，表明故障在点火系统。于是逐一对点火线圈的一次侧及二次侧电路电阻和信号发生器等元件进行了常规检查，均正常，但仍不能起动。后经线路电压降测试，确认为点火系统低压线路搭铁回路故障。于是，顺着点火线路对点火系统相关连线的连接部位进行了检查。最后发现在分电器内的一根低压搭铁线固定螺栓松动，拧紧后发动机顺利起动。

通过以上几个案例可以看出，汽车的线路电压降随处可见，由此而产生的故障给诊断工作带来了很多不必要的麻烦和困难。因此，在汽车的故障诊断与电路的维修过程中，一定要高度重视汽车线路电压降，才能不断提高故障诊断水准。

▲10-199　怎样检修与防范汽车线束烧蚀?

常见的线束烧蚀形式有两种：一种是由外部火源引起的，燃烧由外及里进行，线束包布有明显的烧焦痕迹；另一种是由于电路负荷过大(点火系统低压电路大电流放电)引起的，燃烧由里向外进行，导线剧烈发热而烧坏包布。

1. 引起线束烧蚀的原因

1）电源线束经常采用薄铁皮卡来固定，在汽车长期行驶中由于颠簸振动，使线束被磨穿或割破，造成搭铁，从而烧毁线束。

2）临时连接电气设备时，未搞清熔丝电流的进、出方向，随意引出电源线；或熔丝烧

损后，未按规定更换相同的熔丝；或用粗铜丝来代替熔丝，从而失去保护作用，造成线束烧蚀。

3）接线柱连接不牢靠，产生较大的电压降而发热，时间一长绝缘垫片损坏，造成搭铁短路故障(尤其是电流表及其他仪表后的接线柱)。

4）固定在车架接线板上的导线连接螺钉过长，造成搭铁故障。

5）更换导线时未按规定的规格选用，导线过细，大电流通过时产生较大的电压降而发热，使导线表皮逐渐老化而损坏，造成搭铁。

6）安装蓄电池时粗心大意，将正、负极接反，硅整流发电机内部短路，硅整流发电机磁场线和搭铁线接反等，均会引起线束烧毁。

2. 线束烧蚀故障的检查

可以根据搭铁导线温度高、搭铁处有烧蚀痕迹等特征查找、排除搭铁故障。在拆除线束检查隐患时，要注意线路中暴露出的问题，如线束转弯处被磨破、热源附近的线束被烫烙、导线与导线粘连短路等。有些导线破皮引起的搭铁故障较难发现，常常成为疑难故障。

1）如果将点火开关置于1档，电流表显示放电10A以上，而当转至2档起动发动机时，电流表显示放电2～3A，并伴有导线烧焦的气味，说明点火线圈“+”接柱(解放CA1091、北京2020S型汽车为“开关”接柱)或接柱上的导线搭铁，或者附加电容器击穿(北京2020S型汽车)。若起动机无任何反应，且仪表板上的所有指示灯全部熄灭，并伴有烧焦气味，说明起动机“+”接柱搭铁。

2）如果将点火开关置于1档，电流表即显示大电流放电，说明点火开关至点火线圈之间有搭铁故障，应关闭点火开关后查找。

3）如果在接通电源总开关时，电流表显示大电流放电，说明电流表至熔丝之间(解放CA1091型汽车)，或至发电机“A”接柱之间，或至点火开关之间有搭铁故障，应立即断开电源总开关，及时排除故障。

4）如果在接通电源总开关时，虽然电流表不显示大电流放电，但伴有导线烧焦的气味，说明蓄电池至电流表之间有搭铁故障，应立即断开电源总开关，查找搭铁部位。

5）如果更换熔丝后再次被烧断，说明其相应电路中有搭铁故障。

3. 汽车线束维护安装要点

1）汽车电气设备线路的编排和连接均有其各自的特点和规律，按车型不同而有所差异。熟悉其特点，掌握其规律，有益于判断电气故障，检修和维护电路，也有利于延长车辆线束的使用寿命。换用新线束一定要按原厂规定的规格型号选用，而且质量要合格。

2）对于线束中容易出现短路、断路、磨损、烫压等部位的导线，应加强维护或加固，消除隐患，预防其早期损坏。对于易受油、水、污物侵蚀的线束段，应加强抗油污、防潮湿、防霉变的措施。

3）按原车线路的要求布置线束，正确接线，不要随意替代原车导线。同时，将线束卡牢在走线槽中，避免线束悬空晃动，加剧其磨损。

4）因电路故障急救而需临时接线时，用电设备必须按规定通过相应的保护装置，以免失去保护作用。

5）汽车线束是根据各用电设备的实际最大负载电流而设置的，线束中的每根导线除规

定直径外，还规定其长度。如起动机使用的导线，因要通过强大的电流，所以截面积比其他导线都大。工作电流较小的导线，其直径的选择主要是根据其机械强度来考虑的。大多数用电装置的电流都很小，并不受电压降和发热量的限制。但对于主要线路，如发电机与蓄电池之间的电路，则需要考虑导线的发热量。

4. 汽车线束烧蚀的防范措施

1）线束的安装使用应规范，不能有多余的导线、外露的线头等，不能随意乱接导线。

2）维修中必须严格遵守操作规范，按照汽车低压线路的线色、代号和编号标准来布线，绝不能采取找不到故障原因就另接电源线，或某一线段损坏，不管颜色，不论粗细就随意更换导线的方法排除电路故障，这样会人为地造成线路不规范、故障率增高等后果。应按规定更换熔丝，在更换熔丝前，应关掉所有电气设备及点火开关。

3）若更换后的熔丝又被烧断，说明相应的线路中有短路故障，应认真查明原因并予以排除。有电源总开关的车辆，停车熄火后应关闭电源总开关。

4）定期对线路总熔断器进行检查、维修和调整，必要时应更换新件。

总之，电系故障比较隐蔽，常见的线束烧蚀多属电源线路短路搭铁，或相应电源线路未通过短路过载保护装置所致。只要在使用维护中加以防范，线束烧蚀故障是完全可以避免的。

★10-200　汽车线束烧损的原因有哪些?

1. 随意乱接线路，改变原车电路

某微型车驾驶人在更换汽车线束时，没有注意保持原车电路特点，随意东扯西拉连接，把原车电路搞得面目全非，造成了短路着火，引起火灾事故。

因此，检修汽车电系故障或更换汽车线束，必须熟悉汽车电器线路，要看懂电路图。电路图看起来错综复杂，但汽车总电路就是将各部分电器线路按照各自的工作特性及相互之间的内在联系用单线连接，构成一个整体。当寻找电器线路故障、查阅总电路图时，应先找出电源部分，然后从电源线往下，找到熔丝和各用电设备，这样就能使整个电路一目了然。

2. 不按规定使用熔丝

某农用车，前一天晚上收车进场时，只听到“啪”的一声，但驾驶人没在意，次日早上起动车时，却怎么也起动不着，经检查发现全车线束烧毁。原来，驾驶人停车时听到的“啪”的一声，是胶木的制动灯开关爆裂声，其凸出部分上的接线柱又刚好和制动灯线搭铁。此前驾驶人曾将有故障的线路熔丝两接线柱上的接线短路，使熔丝失去作用。该车制动灯开关接柱和回位弹簧相碰处存在接触电阻，但其短路电流不大，线路未在短时间内烧坏，驾驶人未能及时发现。时间一长，其短路电流积聚产生的大量热量就足以使线束烧损，蓄电池也随之大量放电，所幸的是该车未起火烧毁。

3. 不按规定安装大梁与发动机之间的搭铁线

一辆北京吉普车，大修后调试，手摇起动一切正常，但闭合点火开关至 3 档位置起动时，发现起动机运转无力，难以起动，接着闻到一股浓烈的焦臭味，拆下搭铁线有强烈火花，接着又听到起动机驱动齿轮有回位响声，调节器与发电机之间的一条搭铁连接线烧坏。

在正常使用情况下，调节器与发电机之间的搭铁线是不会烧损的，但若大梁与发动机之间的搭铁线未装，闭合点火开关起动汽车时，起动机流过强大电流，就只能通过调节器与发电机之间的搭铁线沟通了。由于该线较细，通过强大电流，必然导致起动机转动无力，起动困难，结果引起烧毁。

总之，电系故障比较隐蔽，多因导线引起。常见线束烧损多属电源线短路搭铁，未通过短路过载保护装置所致。只要在使用维护中加以防范，电系故障是完全可以杜绝的。

参考文献

［1］刘春晖．汽车电源系统故障检修与案例精解［M］．北京：机械工业出版社．2011．

［2］刘春晖．汽车电气设备检修与技术详解［M］．北京：机械工业出版社．2011．

［3］李明诚，鲍迪．汽车维修经验与技巧集锦［M］．北京：机械工业出版社．2011．

［4］朱则刚．汽车线束的故障及其测试与诊排［J］．汽车维修，2011(11)：13—16．

［5］曹永晟，王远，朱会田．汽车起动机几种典型故障的诊断方法［J］．汽车电器，2009(01)：30—32．

［6］李贵德，于建波．浅谈发电机的检测方法［J］．汽车维修技师，2008(11)：58—60．

［7］杨智勇．汽车电器［M］．北京：人民邮电出版社．2011．

［8］李明诚．电系暗电流的检测方法及防治措施［J］．汽车电器，2011(04)：34—35．

［9］李明诚．减少电磁波干扰的若干措施［J］．汽车维修，2007(01)：21．

［10］赵进福．丰田车40A型交流发电机及充电系统故障诊断［J］．汽车维护与修理，2008(02)：52—53．

［11］于雷．帕萨特领驭车仪表照明灯有时自动点亮［J］．汽车维护与修理，2013(04)：49—50．

［12］杨波．上海通用君越有时起动机不运转［J］．汽车维修技师，2008(10)：33—34．

［13］张泽波．别克车系发电机控制系统分析及检修方法［J］．汽车维修与保养，2011(06)：59—63．

［14］王硕，谷志杰．汽车充电系统常见故障的诊断与排除［J］．公路与汽运，2008(03)：40—42．

［15］李明诚．中控门锁系统的若干维修体会［J］．汽车维修与保养，2011(11)：59—61．

［16］刘晓光．汽车起动系检修技巧［J］．汽车维修与保养，2012(02)：66—67．

［17］刘春晖．汽车喇叭电路的故障检测与排除［J］．汽车电器，2005(03)：40—43．

［18］金新文．汽车多线圈点火系统的使用与维修［J］．汽车维修与保养，2012(03)：69—70．

［19］唐志桥．福克斯车断开点火开关后刮水器自动运转［J］．汽车维护与修理，2011(08)：39—40．

［20］刘付金文，李钳金．一汽奥迪A6L仪表板短路［J］．汽车维修与保养，2011(08)：84．

［21］郑步云．帕萨特1.9L TDI柴油车空调不制热［J］．汽车维护与修理，2013

(03)：48.

[22] 李连俊. 2011款北京现代索纳塔倒车后视镜无影像[J]. 汽车维修技师，2012(04)：100.

[23] 孙华新. 雪佛兰科鲁兹驻车辅助雷达故障[J]. 汽车维修与保养，2012(07)：44—45.

一线汽车维修工作实践



典型电工操作技能与检测方法
汽车电工常遇到的10部件维修

常见电控发动机维修检修方法
电控发动机8大典型部件维修

常见主流车型车身控制系统
典型的故障诊断与检测维修

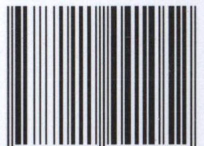
内容新、车型多、技巧好
新车型、新配置、新技术

地址：北京市百万庄大街22号
邮政编码：100037
电话服务
社服务中心：010-88361066
销售一部：010-68326294
销售二部：010-88379649
读者购书热线：010-88379203
网络服务
教材网：http://www.cmpedu.com
机工官网：http://www.cmpbook.com
机工官博：http://weibo.com/cmp1952
封面无防伪标均为盗版



扫一扫，
更多汽车维修精品图书供你选

ISBN 978-7-111-44105-2
策划编辑◎连景岩 / 封面设计◎张静



定价：49.80元